

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RESTRIÇÃO ALIMENTAR E VIABILIDADE ECONÔMICA DE
JUNDIARAS (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius*
marmoratus) EM TANQUES-REDE

Acadêmica: Rubia Mara Gomes Acunha

Aquidauana-MS
Janeiro/ 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RESTRIÇÃO ALIMENTAR E VIABILIDADE ECONÔMICA DE JUNDIARAS
(*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) EM TANQUES-REDE

Acadêmica: Rubia Mara Gomes Acunha
Orientadora: Prof.^a Dr^a Cristiane Meldau de Campos

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana-MS
Janeiro/ 2021

A171r Acunha, Rubia Mara Gomes

Restrição alimentar e viabilidade econômica do híbrido
(*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em
sistema de tanques-rede / Rubia Mara Gomes Acunha.–
Aquidauana, MS: UEMS, 2021.

114 p.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Meldau de Campos.

1. Privação alimentar 2. Reserva energética 3. Retorno
econômico I. Campos, Cristiane Meldau de II. Título

CDD 23. ed. - 639.3

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL PRÓ- REITORIA
DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE
AQUIDAUANA PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA ÁREA
DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

RUBIA MARA GOMES ACUNHA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 10/03/2021.



Dra. Cristiane Fátima
Meldau de Campos
Amaral (Orientadora)



Dra. Janessa
Sampaio de Abreu
Ribeiro, UFMT
(via videoconferência)



Dra. Adriana
Fernandes de
Barros, UNEMAT (via
videoconferência)

Dedico este trabalho as minhas filhas Ana Vitória e Alice por me
fazerem a pessoa mais amada e me darem força para continuar
todos os dias.

AGRADECIMENTOS

À Deus, principalmente por ter me permitido viver e ter condições de realizar mais esse título.

À minha família, aos meus pais Rosalino e Danielly, aos meus irmãos, Daniel, Rosaine e Bianca, em especial ao meu esposo Luan e as minhas filhas Ana Vitória e Alice, por sempre estarem comigo, independente do caminho escolhido. Espero estar com vocês por toda a eternidade.

À minha orientadora Cristiane Meldau, exemplo de mulher, forte e motivadora, que foi capaz de me transmitir conhecimento nesta longa jornada de estudo, desde a graduação até agora. Serei eternamente grata por ter me tornado uma mulher mais independente graças aos seus ensinamentos.

Ao Rafael Guerra, piscicultor que cedeu os peixes, a ração e sempre que possível sua mão de obra para que este projeto ocorresse, desejo tudo de bom a ti sempre e que mais produtores siga seu exemplo de dar tal importância a pesquisa científica.

Ao professor André Rozemberg, que me auxiliou do início ao fim na análise econômica, fornecendo todos seus conhecimentos e ajuda necessária.

Ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, por me permitir fazer parte de sua comunidade científica. O levarei comigo, com muita satisfação, na caminhada por novos desafios acadêmicos. Agradeço a cada um dos professores e funcionários que tive o prazer de conhecer nessa etapa de minha vida.

À equipe do Laboratório de Sanidade de Peixes, ao qual faço parte, por estarem dispostos em me ajudar nos momentos de manejo a campo e também nas práticas laboratoriais, especialmente as amigas Fulvia Oliveira e Marilda Ribeiro que foram além e me auxiliaram até o momento final, agradeço a vocês pelo apoio, suporte e companheirismo, contem comigo para o resto de nossas vidas!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Piscicultura brasileira.....	15
2.2 Benefícios promovidos pela técnica de restrição alimentar	16
2.3 Metabolismo energético de peixes submetidos aos programas de restrição alimentar	20
2.4 Aspectos morfofisiológicos em peixes submetidos a privação alimentar.....	21
2.5 Viabilidade econômica.....	23
3. OBJETIVOS.....	26
3.1 Objetivo Geral.....	26
3.2 Objetivos Específicos	26
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 2 – Restrição alimentar em jundiarias (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Leiarius marmoratus</i>) não altera desempenho zootécnico, perfil hemotológico e metabólico, mas influencia na histomorfometria dos hepatócitos.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Local e infraestrutura	37
2.2 Índices de desempenho produtivo e zootécnicos	38
2.3 Análises hematológicas	39
2.4 Análises de mecanismo energético	40
2.5 Análise histológica	41
2.6 Qualidade da água do cultivo de jundiarias em tanques-rede	40
2.5 Análise estatística.....	41
3. RESULTADOS	42
3.1 Parâmetros de desempenho zootécnico	42
3.2 Parâmetros hematológicos	44

3.3	<i>Parâmetros bioquímicos</i>	49
3.4	<i>Parâmetros histológicos</i>	50
4.	DISCUSSÃO.....	52
4.1	<i>Desempenho produtivo</i>	52
4.2	<i>Hematologia</i>	53
4.3	<i>Mecanismo energético</i>	56
4.4	<i>Histomorfometria hepática</i>	55
5	CONCLUSÃO	58
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO 3- Viabilidade econômica de jundiarias submetidos a restrição alimentar seguida de realimentação.....		63
1.	INTRODUÇÃO.....	68
2.	MATERIAL E MÉTODOS	68
3.	RESULTADOS	72
4.	DISCUSSÃO.....	75
5.	CONCLUSÃO	77
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		80

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2- Restrição alimentar em jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) não altera desempenho zootécnico, perfil hemotológico e metabólico, mas influencia na histomorfometria dos hepatócitos

Tabela 1- Parâmetros de peso e comprimento padrão e total de jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação em tanques-rede.....30

Tabela 2- Parâmetros do desempenho zootécnico no cultivo de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação.....31

Tabela 3- Quociente intestinal e índice hepatossomático de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação.....32

Tabela 4- Perfil hematológico de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação.....33

Tabela 5- Contagem total de leucócitos e trombócitos de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação.....35

Tabela 6- Contagem diferencial de leucócitos em jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação.....36

Tabela 7- Parâmetros bioquímicos de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação.....37

Tabela 8 - Parâmetros histomorfométricos dos hepatócitos de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* após ciclos quinzenais de restrição alimentar e realimentação ou alimentados continuamente.....38

Capítulo 3 – Viabilidade econômica de jundiarias submetidos a restrição alimentar seguida de realimentação

Tabela 1- Investimentos em benfeitorias, máquinas, equipamentos e materiais usados na operação dos seis tanques-rede.....	59
Tabela 2- Avaliação econômica da criação de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Leiarius marmoratus</i> submetidos a restrição alimentar e realimentação e sem restrição na condição experimental e nas simulações de 60 e 25 peixes/m ³	61
Tabela 3- Indicadores zootécnicos da produção de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Leiarius marmoratus</i> submetidos a restrição alimentar e realimentação em tanques-rede na condição experimental e simulações.....	62

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Considerações gerais

Figura 1. Esquema da curva de desempenho dos peixes após período de restrição alimentar seguido de realimentação (Adaptado: ALI et al., 2003).....	4
Figura 2. Híbrido jundiara em fase de terminação (Fonte: Menezes, 2016).....	11

Capítulo 2- Restrição alimentar em jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) não altera desempenho zootécnico, perfil hemotológico e metabólico, mas influencia na histomorfometria dos hepatócitos

Figura 1- Planejamento experimental em jundiarias (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Leiarius marmoratus</i>) considerando o tratamento sem restrição (SR) e restrição alimentar seguida de realimentação (CR). Fonte: Elaborado pelo autor.....	25
--	----

Capítulo 3 – Viabilidade econômica da produção de jundiarias submetidos a privação alimentar

Figura 1. Piscicultura Sucupira, local do estudo (Fonte: Arquivo pessoal).....	51
---	----

RESUMO

Com este trabalho, o objetivo foi avaliar o efeito da restrição alimentar e realimentação sobre variáveis hematológicas, mecanismo energético, histomorfometria dos hepatócitos e desempenho produtivo do híbrido *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*, bem como a viabilidade econômica desta estratégia alimentar. Durante 60 dias, os jundiáras foram submetidos a dois tratamentos, sendo o primeiro a aplicação da privação alimentar por 15 dias seguidos de realimentação por mais 15 dias (CR) e o segundo sem uso da restrição alimentar (SR) - tratamento controle. Foram utilizados um total de 165 jundiáras por tratamento, com peso médio inicial de 569 ± 12 g e comprimento médio de $40 \pm 3,30$ cm, estocados em 6 tanques-rede de volume útil de 4 m³ na densidade de 13 peixes m⁻³. Os tratamentos determinados para as repetições foram distribuídos inteiramente ao acaso, com 3 repetições cada. A cada 15 dias foi realizado biometria para análise produtiva dos peixes, foram amostrados dois peixes de cada tanque para colheita de sangue e dois peixes para retirada do fígado e intestino, para posterior análises biométricas. No planejamento econômico foram feitas simulações utilizando os dados zootécnicos experimentais, mas com a taxa de mortalidade reajustada para 1,5% e com densidade de estocagem em uma simulação para 60 peixes/m³. Foram empregadas a metodologia de Custo Operacional Total e o Custo Total e ainda foram utilizados os indicadores de rentabilidade: Receita Total; Margem Bruta; Margem Líquida; Lucro Líquido; Índice de Lucratividade e Taxa de remuneração do capital empatado. Os dados de desempenho, hematologia, mecanismo energético e histomorfometria dos hepatócitos foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene). As médias foram submetidas a análise de variância (ANOVA de dois fatores). O ganho de peso médio foi de $304,57 \pm 1,76$ g e $202,25 \pm 0,24$ g, respectivamente para os peixes CR e SR, não sendo observada diferença entre os dois grupos. O comprimento padrão e final, ganho em comprimento, e consumo de ração obtiveram diferença e o CR apresentou maiores resultados, demonstrando crescimento compensatório dos peixes com privação alimentar. Não houve interação entre os tratamentos e os tempos de amostragem para os parâmetros

hematológicos. Houve diferença entre os tratamentos para triglicerídeos, com o CR de valor elevado, os demais parâmetros bioquímicos não apresentaram diferença ($p>0,05$) entre si em todas coletas. Houve interação entre a restrição alimentar e de peixes alimentados continuamente aos tempos de coleta na histomorfometria dos hepatócitos, os quais a área e perímetro do núcleo e citoplasma e volume nuclear se apresentaram maiores em CR. Ambos tratamentos apresentaram viabilidade a curto prazo e longo prazo e são economicamente atrativos quando comparados ao custo de oportunidade de 6% ao ano. Jundiarias submetidos à restrição alimentar de 15 dias e realimentação em 15 dias posteriores apresentam o crescimento superior aos sem restrição, assim como não apresentam alterações na hematologia e mecanismo energético, e é economicamente viável quando se utiliza densidade de estocagem de 60 peixes/m³.

Palavras-chave: Ganho compensatório, Privação alimentar, Reserva energética, Retorno econômico.

Abstract

With this work, the objective was to evaluate the effect of food restriction and feedback on hematological variables, energy mechanism, histomorphometry of hepatocytes and productive performance of the hybrid *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*, as well as the economic viability of this food strategy. During 60 days, the jundiarias were submitted to two treatments, the first being the application of food deprivation for 15 days followed by feedback for another 15 days (CR) and the second without the use of food restriction (SR) - control treatment. A total of 165 jundiarias per treatment were used, with an initial average weight of 569 ± 12 g and an average length of $40\pm3,30$ cm, stored in 6 net tanks of useful volume of 4 m³ in the density of 13 fish m⁻³. The treatments determined for the repetitions were distributed entirely at random, with 3 repetitions each. Every 15 days biometrics were performed for productive analysis of fish, two fish were sampled from each tank for blood collection and two fish for liver and intestine removal, for subsequent biometric analyses. In the economic planning, simulations were made using twelve net tanks with experimental zootechnical data, but with the mortality rate adjusted to 1,5% and with stocking density in a simulation for 60 fish m⁻³. The methodology of Total Operating Cost and Total Cost were used and the profitability indicators were also used: Total Revenue; Gross Margin; Net margin; Net Income; Profitability Index and Tied Capital Compensation Rate. The performance, hematology, energy mechanism and histomorphometry data of hepatocytes were submitted to normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity (Levene) tests. The means were submitted to variance analysis (two-factor ANOVA). The average weight gain was $304,57\pm1,76$ g and $202,25\pm0,24$ g, respectively for CR and SR fish, with no significant difference between the two groups. The standard and final length, gain

in length, and feed intake showed statistical difference and the CR showed higher results, demonstrating compensatory growth overcompensating the growth of fish with food deprivation. There was no interaction between treatments and sampling times for hematological parameters. There was a difference between the treatments for triglycerides, with the high CR, the other biochemical parameters showed no significant difference ($p>0.05$) among themselves in all collections. There was interaction between feed restriction and fish continuously fed collection times in hepatocytes histomorphometry, which the area and perimeter of the nucleus and cytoplasm and nuclear volume were higher in CR fish. Both treatments presented short-term and long-term viability and are economically attractive when compared to the opportunity cost of 6% per year. Jundiaras submitted to food restriction of 15 days and feedback in 15 days later have higher growth than those without restriction, as well as present no changes in hematology and energy mechanism, and is economically viable when using storage density of 60 fish m^{-3} .

Key words: Compensatory gain, Food deprivation, Economic return, Energy reserve.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Entre as espécies nativas de maior importância para a piscicultura brasileira, destacam-se os siluriformes, dentre eles, o Jundiá Amazônico (*Leiarius marmoratus*), os peixes da ordem surubins e seus híbridos, no qual destaca-se o gênero *Pseudoplatystoma* (Kubitza *et al.*, 2011).

A hibridação de bagres sul-americanos remonta à década de 90, e o jundiara é o exemplo mais atual, realizado entre o cruzamento da fêmea do Cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e o macho do Jundiá Amazônico (*Leiarius marmoratus*). Este peixe é intensivamente produzido no Centro-Oeste do Brasil, em função do seu bom desempenho em cativeiro, da facilidade de aceitar dietas artificiais e das menores perdas por canibalismo nas fases iniciais (Hashimoto *et al.*, 2012; Campos, 2013; Oliveira *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2014).

Apesar de sua importância, o conhecimento sobre a nutrição deste peixe é limitado, e tal como ocorre para outros peixes nativos, as dietas comerciais usadas na sua criação baseiam-se em informações de espécies tradicionais como a tilápia ou a carpa (Marques *et al.*, 2019). A nutrição em conjunto com o manejo alimentar é um dos fatores que mais deve ser levado em conta na criação de peixes, pois a aquisição da ração pode representar em média 70% dos gastos da produção (Oliveira, 2015).

Sendo assim, uma das estratégias de manejo alimentar que pode contribuir com a redução no gasto de ração é a técnica de restrição alimentar em um determinado tempo do cultivo, esperando-se compensação do crescimento do animal durante a realimentação do mesmo (Saita, 2011). Esta técnica é caracterizada por privar qualquer nutriente de um organismo, durante um período, e o animal pode apresentar alterações nas fases fisiológicas e metabólicas devido ao aumento do apetite, a diminuição da taxa metabólica, a adaptação e recuperação ao serem realimentados (Farias, 2018).

Após a restrição, ocorre um crescimento acelerado no animal, seguido de desempenho próximo, igual ou até mesmo superior ao normal, sendo este

acontecimento chamado de crescimento compensatório. Em peixes tropicais, a ocorrência de crescimento compensatório vai depender principalmente da espécie e duração da restrição alimentar (Souza *et al.*, 2002).

O desenvolvimento de planos alimentares que envolvem restrição alimentar quantitativa pode configurar-se estratégia interessante, do ponto de vista prático e econômico, ao reconhecer a importância do manejo alimentar como fator chave no uso simultâneo e integrado dos insumos básicos e tecnológicos para produção de pescados (Oliveira, 2015).

Para tanto, há necessidade de pesquisas que avaliem as respostas fisiológicas, metabólicas e de desempenho nas espécies de peixes de cultivo, possibilitando que o plano de restrição alimentar seja uma estratégia rentável ao produtor, de forma eficaz, especialmente em condições a campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Piscicultura brasileira

A aquicultura, em 2018, produziu 82.100 milhões de toneladas de peixes, comercializando um total de 178.500 milhões de toneladas (FAO, 2020). A atividade aquícola é responsável por cerca de 52% de todo peixe destinado ao consumo humano e, de acordo com o mesmo relatório, a sua produção em 2030, será estimada em 109 milhões de toneladas, com aumento de 32%.

De acordo com as estatísticas de produção da FAO, cerca de 50% do consumo de pescado mundial é dependente da atividade da aquicultura (FAO, 2014). Segundo Godinho (2007), o Brasil possui cerca de 40 espécies de peixes de água doce que apresentam potencial ao cultivo. Este potencial de cultivo pode ser aplicado em cerca de 5,5 milhões de hectares de represas ou reservatórios naturais e artificiais (Silva *et al.*, 2012).

O Brasil possui condições territoriais para se tornar um dos maiores produtores de peixe, a produção avançou 4,9% e chegou a 758.006 toneladas, foi o maior índice entre todas as proteínas animais no país. Os peixes nativos representaram 38%, ou seja, 287.930 toneladas, o que representou um leve aumento de 20 toneladas na produção, afetado principalmente por problemas estruturais, sanitários e entraves na obtenção do licenciamento ambiental, segundo levantamento da Associação Brasileira de Peixes (Peixe BR, 2020).

No ano de 2014, em um estudo realizado pelo IBGE foi constatado que 2.871 municípios brasileiros geram algum produto da aquicultura. Nesse contexto, a piscicultura corresponde a 74,2% da produção, a carcinicultura (produção de camarões) está em segundo lugar com 23,2%, seguido da malacocultura (produção de moluscos) com 2,4% e os outros organismos com participação de 0,1% da produção total nacional.

Os dados de 2019 revelam uma queda de aproximadamente dois pontos percentuais na produção total de peixes nativos, uma vez que a sua participação decresceu de 39,84% para 38%, quando comparada ao ano anterior. O estado de Rondônia ocupa o primeiro lugar no ranking de cultivo de peixes nativos, seguido do Mato Grosso e Maranhão (Peixe BR, 2020).

A produção nacional de pescado está concentrada em viveiros escavados e tanques-rede, que se encontram em reservatórios particulares ou em águas da união. A atividade se apresenta como uma excelente opção para o estado, pois dispõe de bacias hidrográficas em abundância, topografia plana, água e solo de excelente qualidade, possui legislação ambiental definido e autossuficiente (Sales; Cavalcanti-Filho, 2009).

É inegável o potencial do Brasil para a aquicultura. As estimativas mostram que a tecnologia disponível no país associada às condições favoráveis para a criação deve gerar uma produção de peixes de mais de 1 milhão de toneladas. Logo, torna-se imprescindível estudos que respondam o questionamento dos produtores e que permitam o aumento na produção, advindo de estratégias de cultivo oportunas e sustentáveis.

2.2 Benefícios promovidos pela técnica de restrição alimentar

A constatação do fenômeno de crescimento ou ganho compensatório ainda é o maior incentivo dos pesquisadores da área de nutrição e alimentação de peixes que executam ensaios de restrição alimentar (Marques, 2018). É de suma importância averiguar se a espécie estudada apresenta habilidades no enfrentamento de jejum prolongado, tornando possível então, a utilização de programas de privação alimentar e realimentação (Oliveira *et al.*, 2020).

O crescimento compensatório é diferido de acordo com extensão de sua ocorrência, podendo ser completa, parcial ou sobre compensação (Figura 1).

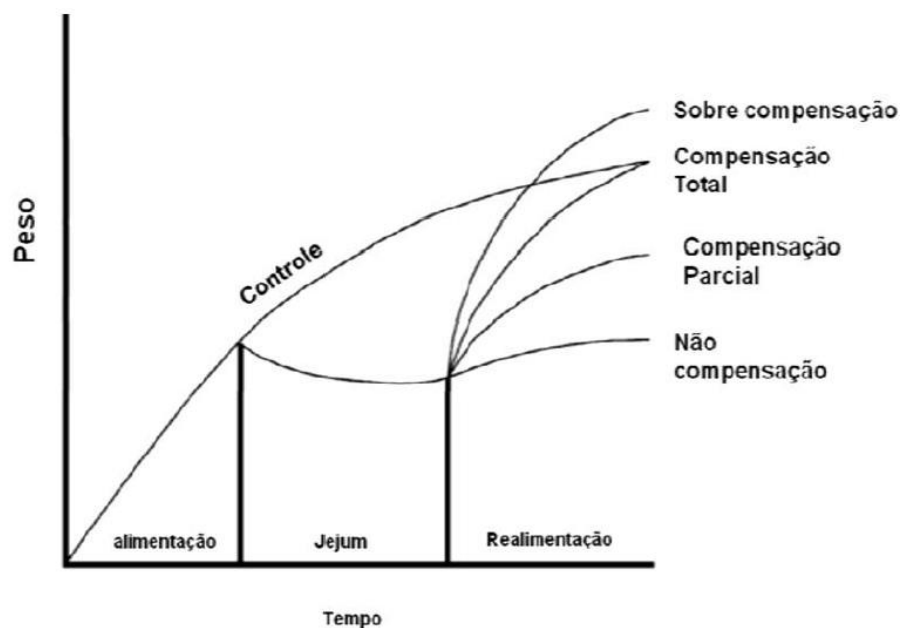


Figura 1. Esquema da curva de desempenho dos peixes após o período de restrição alimentar seguido de realimentação (Adaptado: ALI; WOOTTON, 2003).

A compensação completa ocorre quando animais submetidos à privação alimentar atingem o mesmo porte que animais da mesma idade, alimentados continuamente. Já a compensação parcial ocorre quando animais da mesma idade submetidos à privação de alimento não conseguem alcançar o mesmo porte dos animais não submetidos à restrição alimentar, porém apresentam rápido crescimento e melhor conversão alimentar durante o período de realimentação. E a sobre compensação, ocorre raramente, quando animais de mesma idade, submetidos à restrição alimentar, apresentam taxa de crescimento superior ao dos animais que não sofreram privação de alimento (Ali; Wootton, 2003).

Quando observado a aplicação de manejos alimentares restritivos em peixes, a melhoria nos índices de eficiência alimentar também se torna um fator benéfico. De acordo com Sun *et al.* (2007), algumas espécies apresentam maior crescimento e melhor conversão alimentar quando alimentadas até a saciedade, enquanto outras mostram melhor desempenho quando alimentadas em níveis um pouco abaixo da saciedade.

Com os avanços no desempenho animal também ocorreram melhorias sobre a qualidade de carcaça dos peixes, promovendo melhor acabamento e

rendimentos industriais dos respectivos cortes. Nesse sentido, as estratégias alimentares restritivas têm sido utilizadas com objetivos específicos para cada segmento (Oliveira, 2015). Segundo o autor, manejos de restrição de alimentação podem apresentar efeitos sobre aspectos comportamentais dos peixes. Tucker et al. (2006) elucidaram um dos reflexos de comportamento desencadeados ao reportar que a restrição alimentar pode causar o desenvolvimento de hierarquias, em que os peixes dominantes possuem maior acesso ao alimento, o que aumenta a variação de peso dentro de um grupo de peixes ao longo do tempo, robustecendo o tempo criteriosamente estipulado que pode ocorrer.

Além do desempenho animal, qualidade de carcaça e aspecto comportamental esta técnica implica resultado econômico da atividade, no momento em que podem gerar redução no volume global de ração, bem como na intensidade de uso ou modo de alocação de outros insumos/recursos, estreitamente relacionados ao processo produtivo (Oliveira, 2015).

Em estudo com juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sob esquema de seis dias de alimentação seguidos por um dia de restrição (6A/1R) e três dias de alimentação seguidos por um dia de restrição (3A/1R), Oda (2004) observou cerca de 25% de economia no volume de ração consumida em cerca de 25%.

O arraçoamento em dias alternados possibilitou a economia de aproximadamente metade dos custos diretos com ração, sem redução significativa na sobrevivência, crescimento ou rendimento corporal de tilápia do Nilo em viveiros de engorda fertilizados (Bolivar et al., 2006).

Embora muitas vezes não reflita em benefício econômico direto ou monetário, o manejo alimentar restritivo possibilita a simplificação gerencial e operacional em pisciculturas comerciais. Sealey et al. (1998) registraram que se o produtor é impossibilitado de alimentar os peixes por um curto período de tempo, devido às doenças ou condições adversas dos viveiros, ou mesmo em cultivo em tanques-rede, onde muitas vezes as estruturas podem ser de difícil acesso, um período de privação alimentar poderia ser utilizado, uma vez que para muitas espécies podem haver uma compensação do período de atraso de crescimento quando alimentados à saciedade após o término da privação.

A restrição alimentar pode facilitar a gestão de pessoal e de suprimentos no momento em que gera uso menos intensivo de mão de obra e de equipamentos/materiais no sistema de produção, fator este, considerado benéfico ao produtor, pois acarretará redução de custos na produção, já que a mão de obra pode ser um item de elevado valor e interferir diretamente na viabilidade econômica (Oliveira, 2015). Esta estratégia explora a capacidade natural de recuperação de taxas metabólicas e desempenho que permitem economia no custo final do lote (Oliveira *et al.*, 2020).

Não obstante, outra vertente importante que perpassa o fator econômico está relacionada à questão ambiental. Na visão de Berlato *et al.* (2016), uma organização, para ser sustentável deve buscar em todas as suas ações e decisões a ecoeficiência, procurando produzir mais e com melhor qualidade, diminuindo a poluição e utilizando menos recursos naturais (Oliveira *et al.*, 2020).

Segundo Cozer (2014), a tecnologia de tanques-rede concilia o uso sustentável do meio ambiente com boa produtividade, otimizando o espaço aquático. Além do menor custo de implantação por unidade de volume possibilitam mecanizar a alimentação, a classificação e a despesca, reduzindo o uso de mão de obra nos empreendimentos (Kubtiza, 2012).

É bem notável que estratégias de alimentação eficazes são influenciadas pelo método de arraçoamento. O excesso de nitrogênio nos efluentes da aquicultura pode agilizar a eutrofização da água e prejudicar parâmetros da qualidade da mesma.

Além dos efeitos sobre a fauna, flora e saúde humana, a deterioração da qualidade de água repercute negativamente sobre o próprio desempenho dos peixes e reduz a capacidade de suporte do ambiente de cultivo. Kubitza (1999) ressalta que, o aumento na incorporação de fosforo, nitrogênio e carbono, oriundos da degradação dos resíduos fecais e da excreção dos peixes, podem causar eutrofização das áreas de reservatórios sob a influência dos parques aquícolas e por esse motivo, a redução do impacto poluente dos alimentos permite aumentar a produção e a receita líquida obtida por área de cultivo.

2.3 Metabolismo energético de peixes submetidos aos programas de restrição alimentar

Alguns fatores podem afetar a mobilização energética em períodos de restrição alimentar como, por exemplo, a temperatura ambiente. Contudo, apesar desses efeitos, ocorre uma mobilização de substratos para o fornecimento de energia e, por conseguinte, as exigências metabólicas são atendidas. Entretanto, devido ao uso de lipídio, proteína e glicogênio, modificações são observadas em tecidos, embora o depósito de energia seja restabelecido após a realimentação (Souza, 2001).

As respostas ao crescimento compensatório são divididas em duas fases distintas, a catabólica e a anabólica. A primeira utiliza as reservas de energia endógenas (glicogênio, lipídio e proteína) e causa alteração no sistema endócrino, que tem a função de regular o apetite e o potencial de crescimento. A segunda ocorre uma síntese de moléculas maiores e complexas, oriundas de moléculas menores e mais simples, com consumo de energia na forma de Adenosina Trifosfato (ATP), ou moeda energética, comumente chamada (Borski; Won, 2013).

A concentração de aminoácidos livres e proteínas totais no plasma pode ser resultante do processo de metabolismo da proteína ingerida na dieta. Há uma relação direta entre a síntese de proteínas no fígado e a concentração de proteínas totais no sangue, sendo que o valor de albumina e globulina no sangue tem maior influência nesse valor (Banaee *et al.*, 2011).

Após o consumo das demais reservas energéticas, com a observação da proteólise, podem-se averiguar que as proteínas não são requeridas logo no início do jejum. Costas *et al.* (2011) descrevem que em linguado senegalês (*Solea senegalensis* Kaup), triglicerídeos plasmáticos e proteína total se encontravam com níveis mais baixos em peixes que passaram por 21 dias de restrição alimentar, sugerindo a utilização de lipídios e proteínas como fonte de energia metabólica.

Dentre os intermediários metabólicos que são resultantes do processo de digestão e metabolismo dos lipídios, o colesterol pode ser citado como principal. Este é um esteroide, encontrado nas membranas celulares e precursor de hormônios da reprodução. Desta forma, faz-se essencial para a função estrutural da membrana celular e de reprodução animal, sendo o principal esteroide em

peixes (Garcia *et al.*, 2013). Independente do hábito alimentar natural em peixes, a origem do lipídio da ração pode ou não influenciar na taxa de colesterol plasmático.

Um dos gargalos na utilização de carboidratos em dietas para peixes é a hiperglicemia observada nos mesmos quando alimentados com dietas contendo altos níveis do nutriente (Krogdahl *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2014). Este fato, demonstra a resistência pelos peixes na utilização de glicose como fonte de energia (Enes *et al.*, 2012; Skiba-Cassy *et al.*, 2013). Após ser absorvida no intestino, a glicose, pode ter dois destinos: circulação sanguínea e ser metabolizada nos tecidos, e/ou quando em excesso, sintetizada em glicogênio no fígado (Campbell, 2010). O experimento conduzido por Barcellos *et al.* (2010) em jundiá *Rhamdia quelen* demonstrou que o glicogênio hepático é uma fonte primária de energia em períodos de privação alimentar.

Triglicerídeos são compostos resultantes da digestão e metabolismo de carboidratos, formado por três ácidos graxos ligados a um glicerol (Campbell, 2010). Deste modo, o carboidrato dietético pode influenciar nas taxas de triglicérides no sangue (Chen *et al.*, 2013; Correa, 2007).

A relação entre carboidrato e lipídio na dieta pode influenciar a taxa de triglicérides, uma vez que afeta o transporte de lipídio no organismo (Gao *et al.*, 2010). As respostas encontradas na literatura sobre a influência dos nutrientes e hábito alimentar natural de determinada espécie de peixe sobre a taxa de triglicérides ainda não são conclusivas e podem ser vistas como respostas metabólicas adaptativas (Tian *et al.*, 2012; Almeida *et al.*, 2011).

2.4 Aspectos morfofisiológicos em peixes submetidos a privação alimentar

As fontes energéticas (estocadas no fígado e no músculo) são glicose, lipídios (estocados no fígado, músculo, tecido adiposo e nas vísceras) e proteínas (presentes no plasma sanguíneo e no tecido muscular, sendo degradadas em aminoácidos) mobilizadas pelo animal durante a restrição alimentar (Ranzani-Paiva; Godinho, 1988; Sheridan; Mommsen, 1991; Saita, 2011).

O estudo de aspectos bioquímicos relacionados ao metabolismo e morfologia dos peixes, que visa adequar a dieta e manejo alimentar com o

metabolismo, é de suma importância e conhecer sobre estes aspectos após regimes de restrição alimentar é imprescindível.

2.4.1 Mudanças morfofisiológicas no fígado de peixes em jejum

O fígado é um órgão do sistema digestivo que, na maioria dos peixes teleósteos, é formado por dois lobos, sendo o direito próximo da vesícula biliar e o esquerdo do baço. Possui diversas funções, entre elas regular o metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas, armazena e degrada substâncias, excreta hormônios e substâncias tóxicas, atua na homeostasia e auxilia na resposta imune. O tecido hepático é formado principalmente pelos hepatócitos, mas também coexistem nesse órgão ductos biliares, capilares e veias (Genten et al., 2009).

A avaliação dos hepatócitos é primordial para observar a sanidade dos peixes, já que estas células sofrem mudanças em suas estruturas que podem prejudicar consequentemente o desempenho zootécnico dos peixes e os resultados econômicos. Uma maneira de realizar esta avaliação é a histomorfometria, que compreende em averiguar mudanças sofridas na morfologia do órgão.

Souza et al. (2001) descreveram que nos hepatócitos o efeito deletério pode ser notado por meio da diminuição da área e volume celular, aparecimento de uma cadeia de fibras colágenas, acúmulo de partículas contendo ferro, mudanças no posicionamento e forma do núcleo, espaços intercelulares reduzidos e desaparecimento da organização celular.

Segundo Rodrigues et al. (2017), o tecido hepático após a restrição alimentar apresenta-se atrofiado e de peso reduzido, uma vez que o decréscimo dos processos anabólicos e catabólicos fazem com que a área e volume do citoplasma e núcleo se encontrem menores (Souza et al., 2001). Entretanto, tais achados desaparecem após a realimentação, inclusive no que se refere ao peso deste órgão e, por isso, os parâmetros histomorfométricos dos hepatócitos são biomarcadores das respostas nutricionais, das condições metabólicas e saúde dos peixes (Rodrigues et al., 2017).

2.5 Viabilidade econômica

A determinação e avaliação dos custos de empreendimentos agrícolas não diferem dos outros setores da economia, embora cada um apresente suas particularidades (Hermes, 2009). O custo de produção é uma das informações mais importantes para qualquer atividade produtiva e uma ferramenta imprescindível para gerar indicadores econômicos que subsidiem a gestão de qualquer empreendimento, sendo necessários conceitos bem consolidados e conhecimento do processo produtivo para a correta determinação do custo de produção (Costas *et al.*, 2011).

A análise econômica é uma ferramenta fundamental para avaliar a viabilidade das atividades comerciais (Karim *et al.*, 2015). A viabilidade econômica de um projeto permite fazer estimativas do investimento inicial, dos custos envolvidos na cadeia produtiva (manutenção, insumos, mão de obra necessária, entre outros), além das receitas que serão geradas durante um determinado período de tempo de funcionamento do empreendimento (Sanches *et al.* 2014; Sabaini *et al.* 2015). Esta análise também possibilita avaliar projeções financeiras e realizar simulações de cenários distintos buscando melhores estratégias administrativas e planejamentos mais específicos (Ritter *et al.* 2013).

Existem duas principais estruturas para a determinação do custo de produção, sendo o Custo Total e o Custo Operacional Total. Na estrutura de custo total, os itens são classificados em custo fixo e custo variável. O custo fixo representa o custo dos recursos com duração superior ao ciclo de produção e não apresenta variação com o tamanho da produção do empreendimento. O custo variável representa os recursos aplicados e/ou consumidos no curto prazo, incorporado totalmente ao produto e, portanto, é o custo que varia com a quantidade produzida (Vasconcellos, Garcia, 2004).

A estrutura de custo operacional foi desenvolvida pelo Instituto de Economia de São Paulo (Matsunaga *et al.*, 1976) e considera apenas os desembolsos monetários efetivos (custo operacional efetivo) necessários para a produção de um produto, a depreciação dos bens duráveis e um valor estimado para mão de obra familiar, não sendo computados os custos de oportunidade dos fatores de produção utilizados. Para alguns autores, tal estrutura é mais objetiva, simples e adequada para comparação de custos de um mesmo produto, mas com usos de diferentes tecnologias e/ou produzidos em diferentes regiões.

O Custo Operacional Total (COT) é resultado da soma do Custo Operacional Efetivo (COE) e os demais itens (depreciação e mão de obra familiar), que não representam desembolsos efetivos, mas o custo no processo de produção.

Diversos trabalhos de avaliações econômicas têm sido realizados no Brasil, porém são escassas as pesquisas que abordam a produção intensiva de espécies nativas (Gomides, 2011; Brabo *et al.*, 2013; Sabaini *et al.*, 2015; Menezes, 2016).

2.6 Jundiara (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*)

Os siluriformes, comumente denominados bagres, compreendem um grupo formado por cerca de 34 famílias e mais de 2400 espécies de peixes, e possuem como características principais a ausência de escamas e corpo revestido por pele espessa (couro) (Gomides, 2011).

Os bagres são encontrados em diferentes habitats, como grandes rios, canais laterais, lagos e florestas inundadas. Os peixes do gênero *Pseudoplatystoma* se distribuem nas principais bacias hidrográficas da América do Sul: Paraná, Amazonas, Orinoco, São Francisco, Madalena, Rupununi, Essequibo e Suriname (Alvez, 2014).

Entre as espécies nativas de maior importância para a piscicultura brasileira, destacam-se os siluriformes, dentre eles, o jundiá amazônico (*Leiarius marmoratus*), os surubins, peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, e recentemente os híbridos, entre as espécies, o jundiara, também conhecido como pintado amazônico (Kubitza *et al.*, 2012).

Em busca de um melhor desempenho a piscicultura brasileira vem utilizando a técnica de hibridação, onde há o cruzamento entre animais de espécies ou linhagens diferentes. Dois exemplos produzidos em várias regiões do país são: o híbrido pintado amazônico ou jundiara, obtido do cruzamento entre cachara fêmea e jundiá-da-Amazônia macho e o peixe batizado de Pintado Real®, que alguns acreditam ser resultado do cruzamento entre o jundiá e o pintado, oriundo da união do cachara-amazônico com o pintado-comum (Menezes, 2016).

O jundiá é uma espécie amazônica. Em seu ambiente natural, apresenta hábito alimentar piscívoro, mas demonstram tendências onívoras quando cultivado no fundo dos rios, onde a temperatura da água varia de 24 a 26°C

(Ramírez-Merlano *et al.*, 2010). Geralmente incorporado a piscicultura devido a apreciação de sua carne e suas características siluriformes, não apresentam espinhos intramusculares em “y” nem escamas (Oliveira, 2019).

Já o cachara é nativo das bacias dos rios Paraná e do Médio Amazonas. Pode ser caracterizado por suas linhas escuras verticais, conectando-se e formando células na região dorsal e lateral. Na cabeça e cauda apresenta linhas ou manchas também escuras (Buitrago-Suárez; Burr, 2007).



Figura 2: Híbrido jundiara em fase de terminação. Fonte: Menezes (2016).

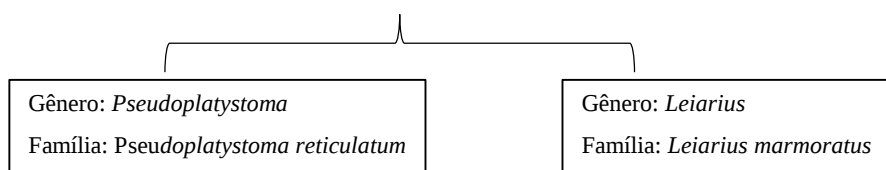
Segundo Paulino (2013) a classificação sistemática das espécies, decorre conforme o esquema apresentado a seguir:

Classe: Actinopterygii

Ordem: Siluriformes

Sub-ordem: Siluroideidei

Família: Pimelodidae



De acordo com Alves (2014), o motivo que levou ao cruzamento e a origem do jundiara é recorrente da facilidade produtiva da espécie, da redução de canibalismo na fase juvenil, além de maior facilidade em receber alimento inerte e menor exigência proteica, quando comparado ao cachara (*P. reticulatum*).

Esse híbrido também tem se mostrado bastante tolerante às condições de cultivo intensivo, inclusive à baixa concentração de oxigênio dissolvido. Além disso, pode ser criado com grande sucesso em tanques-rede. Pelo fato de se

assemelhar ao pintado na aparência e nas características da carne (que também é clara, sem espinhas intramusculares, de textura firme e de excelente qualidade) e apresentar preço mais competitivo (Kubitza *et al.*, 2011).

Em 2016, a produção de surubins híbridos e não-híbridos, ocupou o 5º lugar no Brasil, com um total de 20,437 mil toneladas despescadas, 4,3% da produção nacional de todas as espécies produzidas (IBGE, 2016). Segundo Oliveira *et al.* (2014), esta espécie apresenta maior potencial de rendimento cárneo que as espécies puras, tornando sua carne altamente apreciada, presume-se então que a tendência de aumento de produção desta espécie pode aumentar.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de restrição alimentar seguida de realimentação, no desempenho zootécnico, hematologia e homeostase metabólica do jundiara, durante a fase de engorda, em sistema de tanques-rede, bem como a viabilidade econômica dessa estratégia de manejo.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito de 15 dias consecutivos de restrição alimentar, seguidos de 15 dias de realimentação no desempenho zootécnico do jundiara;
- Analisar o perfil hematológico, bioquímico e metabólico do jundiara submetido à restrição alimentar e realimentação, em tanques-rede;
- Avaliar a viabilidade econômica da produção de jundiarias, submetidos à restrição alimentar e realimentação, em tanques-rede.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAR, N., SIZEMORE, F.G., LEACH, G.R. Growth of broiler chickens in response to feed restriction regimes to reduce ascites. **Poultry Science**, 74: 833-843. 1995.

ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and fisheries**, v. 4., n. 2., p. 147-190, 2003.

ALMEIDA, M. G.; COSTA, J. R.; GAELZER, L. R.; REZENDE, C. E. Metais pesados em peixes costeiros demersais originários do litoral sudeste do Brasil. III Congresso brasileiro de Oceanografia – CBO, I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO, Fortaleza (CE), maio de 2011.

ALVES, L. A.; VARELA, E. S.; MORO, G. V.; KIRSCHNIK, L. N. G. **Riscos genéticos da produção de híbridos de peixes nativos**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 60 p.

BANAEE, M.; SUREDA, A.; MIRVAGHEFI, M. A.; AHMADI, K. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 99 (2011) 1–6.

BARCELLOS, L. J. G.; KREUTZ, L. C.; SOUZA, C.; RODRIGUES, L. B.; FIOREZE, I.; QUEVEDO, R. M.; CERICATO, L.; SOSO, A. B.; FAGUNDES, M.; CONRAD, J.; LACERDA, L. A.; TERRA, S. Hematological changes in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. **Aquaculture**, v. 237, n. 1-4, p. 229-236, 2010.

BERLATO, F.; SAUSSEN, F. L.; RIBAS GOMEZ, L. S. A sustentabilidade empresarial como vantagem competitiva em Branding. **DA Pesquisa**, v. 11, n. 15, 024-041. 2016.

BOLIVAR, R.B.; JIMENEZ, E.B.J.; BROWN, C.L. Alternate day feeding strategy for Nile tilapia grow out in the Philippines: Marginal cost-revenue analysis. North American **Journal of Aquaculture**, 68: 192-197. 2006.

BORSKI, R. J.; WON, E. T. Endocrine regulation of compensatory growth in fish. **Frontiers Endocrinology**, 4:74. doi: 10.3389/fendo.2013.00074.

BRABO, M. F.; FLEXA, C. E.; VERAS, G. C.; PAIVA, R. S.; FUJIMOTO, R. Y. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 56-64. 2013.

BITRAGO-SUÁREZ, U. A.; BURR, B. M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. **Zootaxa**, 1512, 1-38, 2007.

CAMPBELL, T. W. Clinical pathology of reptiles. In: MADER, D. R. (Ed.). Reptile medicine and surgery. 2 nd ed. **Philadelphia: Saunders Elsevier**, 2010. cap. 28, p. 453- 470.

CAMPOS, M. G. Atividade antimelanótica de compostos fenólicos e extratos hidroalcoólicos de *Inga subnuda* e *Rollinia dolabripetala* e ação antibacteriana e antioxidante. 2013. 94f. **Dissertação** (Mestrado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

CHEN, M. Y.; YE, J. D.; YANG, W.; WANG, K. Growth, feed utilization and blood metabolic responses to different amylose-amylopectin ratio fed diets in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Gwanak-Gu, Seoul, v. 26, n. 8, p. 1160-1171, 2013.

CORREA, C. F.; AGUIAR, L. H.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colosomma macropomum*) to dietary corn starch changes and metabolic inferences. **Comparative Biochemistry Physiology** – Part A: Molecular & Integrative Physiology, Oxford, v. 147, n. 4, p. 857-862, 2007.

COSTAS, B.; ARAGÃO, C.; RUIZ-JARABO, I.; VARGAS-CHARCOFF, L.; ARJONA, F. J.; DINIS, M. T.; MANCERA, J. M.; CONCEIÇÃO, L. E. C. Feed deprivation in Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup, 1858) juveniles: effects on blood plasma metabolites and free amino acid levels. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 37, p. 495 – 504, 2011.

ENES, P.; PERES, H.; POUSÃO-FERREIRA, P.; SANCHES-GURMACHES, J.; NAVARRO, I.; GUTIÉRREZ, J., OLIVA-TELES, A. Glycemic and insulin responses in white sea bream *Diplodus sargus*, after intraperitoneal administration of glucose. **Fish Physiology Biochemistry**, Berlin, v. 38, n. 3, p. 645-652, 2012.

FAO – Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Fisheries Department, Rome, Italy: 2018. 243p.

FARIAS, K. N. N. Crescimento e metabolismo em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos ao manejo de restrição alimentar total e realimentação. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 2018.

GAO, W.; LIU, Y.-J.; TIAN, L. X.; MAI, K. S.; LIANG, G. Y.; YANG, H. J.; HUAI, M. Y.; LUO, W. J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes

activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharygondon idella*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 327-333, 2010.

GARCIA, A. M.; BEMVENUTI, M. A.; VIEIRA, J. P.; MARQUES, D. M. L. M.; BURNS, M. D. M.; MORESCO, A. & CONDINI, M. V. L. Checklist comparison and dominance patterns of the fish fauna at Taim Wetland, South Brazil. **Neotropical Ichthyology** 4(2):261-268. 2013

GODINHO, H. P. Criopreservação de sêmen de peixes. Informe Agropecuário, v. 21, n. 203, p. 6-20, 2007.

GOMIDES, P. F. V. Densidade de estocagem do híbrido pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* fêmea x *Leiarius marmoratus* macho) em viveiros escavados (manuscrito). **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Goiás. Goiânia- GO, 2011.

HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**. v.4, p.108 – 118, 2012.

HERMES, S. S.; GUERESCHI, R. M.; CRAIDE, L. F.; BEZ, M. F.; COSTA, R. S.; ZANIBONI-FILHO, E. Comunidades zooplanctônicas e bentônicas do Alto Rio Uruguai: caracterização da área de influência da Usina hidrelétrica Itá. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (Org.). Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Florianópolis: Editora UFSC, 2009. p. 109-26.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal – Rio de Janeiro, 2014.

KARIM, H. M.; FREITAS, J. E. C.; LIMA, T. P. C.; NASCIMENTO, M. S.; HAYD, L. A. Viabilidade econômica da produção do camarão-do-Pantanal (*Macrobrachium pantanalense*). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 103-112, 2015.

KROGDAHL, A.; SUNDBY, A.; OLLI, J. J. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effects of water salinity and dietary starch level. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 229, n. 1/4, p. 335-360, 2004.

KUBITZA, F. Recria e engorda de tilápias em viveiros escavados. Jundiaí: **Acqua Imagem**, 2012.

KUBITZA, F. Tambaqui, alimentando com eficiência para reduzir custos. **Panorama da Aquicultura**, Tocantins, n.129, v.22, p.1-7, 2012.

KUBITZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro-RJ, v. 9, n. 51, p. 44-50, 1999.

KUBITZA, F.; ONO, E. A.; CAMPOS, J. L. Alguns destaques da piscicultura em 2011. **Panorama da Aquicultura**: v. 21, n. 128, p. 14-23, 2011. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/alguns-destaques-da-piscicultura-em-2011/>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

MARQUES, C. S.; CARVALHO, L. D. BERTOLI, J. C. O. VILLANOVA, P. F. PINHEIRO, D. C. M. dos SANTOS. β -Ciclodextrina complexos de inclusão com óleos essenciais: Obtenção, caracterização, atividade antimicrobiana e aplicação potencial de sachês conservantes de alimentos. **Food Research International**, 119, 2019, pp. 499-509.

MARQUES, S. A. D. A. Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente de alimentos para o pintado amazônico (*Pseuplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*). **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal do Mato Grosso. Sinop-MT, 2018.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MAZZUCO, H.; JAENISCH, F.R.; GUIDONI, A.L. Efeito da restrição alimentar qualitativa no desempenho, na incidência de distúrbios metabólicos e no rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p. 1333-1339, 1999.

MENEZES, A. A. Viabilidade econômica da engorda do jundiara (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em sistemas intensivos utilizando viveiros escavados na região de Porto Velho-RO. **Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro de Aquicultura)** - Universidade Federal de Santa Catarina. Porto Velho-RO, 2016.

ODA, G.M. Desempenho produtivo de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), submetidos a diferentes estratégias de alimentação. In: AQUACIÊNCIA 2004 – Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Aquabio, 2004. p.93.

OECD/FAO – Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Fisheries Department, Rome, Italy: 2014. 243p.

OLIVEIRA, C. R. C.; FUGI, R.; BRANCALHÃO, K. P.; AGOSTINHO, A. A. Fish as potential controllers of invasive mollusks in a neotropical reservoir. **Natureza & Conservação**, v.8, n.3, p. 140-144, 2019.

OLIVEIRA, M. D.; AYROZA, D. M. R.; CASTELLANI, D.; CAMPOS, M. C. S.; MANSUR, M. C. D. O mexilhão dourado nos tanques-rede das pisciculturas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. **Panorama da Aquicultura**, v.24, n.145, p.22–29, 2020.

OLIVEIRA, M. R.; CARVALHO, M. M.; SOUZA, A. L.; MOLINA, W. F.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthys affinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 2, p. 23-32, 2013.

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) durante estocagem em gelo. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol.17 n.1, Campinas, Jan./Mar. 2014.

OLIVEIRA, C. A. L.; YOSHIDA, R. M.; OLIVEIRA, S. N.; KUNITA, N. K.; SANTOS, A. I.; ALEXANDRE FILHO, L.; RIBEIRO, R.P. Avaliação genética de tilápias-do-nilo durante cinco anos de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.50, n.10, p.871-877, out. 2015.

PAULINO, R. R. Inclusão de lipídeos e carboidratos em dietas de cachadias (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *Leiarius marmoratus*). **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil. 2013.

PEIXE BR. Anuário da Piscicultura, 2020. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em 15 jul. 2019.

RAMÍREZ-MERLANO, J. A.; MURILLO-PACHECO, R.; CRUZ-CASALLAS, N. E. C.; MARCIALES-CARO, L. J.; MEDINA-ROBLES, V. M.; CRUZ-CASALLAS, P. E. Efecto del nivel de proteína sobre el crecimiento del yaque *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) bajo condiciones de cultivo. **Orinoquia** - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 16 – N. 2, 2010.

RITTER F.; PANDOLFO, A.; BARCELLOS, L. J. G.; QUEVEDO, R. M.; RITTER, V. R. S.; GOMES, A. P.; PANDOLFO, L. M. Análise da viabilidade

econômica do policultivo de carpas, jundiás e tilápias-do-nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology**, Itajaí, v. 2, n. 17, p.27-35, mar. 2013.

SABAINI, D. S.; CASAGRANDE, L. P.; BARROS, A. F. Viabilidade econômica da criação do pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma spp.*) em tanques-rede no estado de Rondônia, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 4, n. 41, p.825-835, jul. 2015.

SAITA, M. V. Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. Jaboticabal- SP. v, 49 f.: il.; 29 cm. 2011.

SALES, L. T.; CAVALCANTI-FILHO, W. G. Informes sobre a pesca em Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia e Pesca** 4(2): i-viii, 2009.

SANCHEZ, E. G.; SILVA, F. C.; RAMOS, A. P. A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no nordeste do Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 4, n. 40, p.577-588, ago. 2014.

SEALEY, W.M.; DAVIS, J.T.; GATLIN III, D.M. Restricted feeding regimes increase production efficiency in channel catfish. Auburn: Southern Regional **Aquaculture Center**, 1998. 5p. (SRAC Publication, 1989).

SILVA. S. F.; FERRARI, J. L. Análise espacial de atributos físico-químicos da água em viveiros de piscicultura com geometrias diferentes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 2012 51

SKIBA-CASSY, S. A.; PANSEERAT, S.; MENNIGEN, A, J. Ontogenetic expression of metabolic genes and microRNAs in rainbow trout alevins during the transition from the endogenous to the exogenous feeding period. **The Journal of Experimental Biology**, 216, 1597-1608, 2013.

SOUZA, R. A. DE; PADUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P. DE C.; MAIA, T. C. B. Análise econômica da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária. **Custos e Agronegocio on Line**.

Bairro de Dois Irmãos: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Letras e Ciências Humanas, v. 10, n. 1, p. 253-268, 2014.

SOUZA, V. L.; LUNARDI, L. O.; VASQUES, L. H.; CASALETTO, L.; NAKAGHI, L. S. O; URBINATI, E. C. Morphometric alterations in hepatocytes and ultrastructural distribution of liver glycogen in pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) during food restriction and refeeding. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 18, p. 15-20, 2001.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; GONÇALVES, D. C.; SILVA, P. C. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, (*Osteichthyes*, Characidae) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 533-540, 2002.

SUN, C.; ZHANG, F.; GE, X.; YAN, T.; CHEN, X., SHI, X., ZHAI, Q. S. **Improves insulin sensitivity under insulin-resistant conditions by repressing PTP1B Cell Metab.**, pp. 307–319. 2007.

TIAN, L. X.; LIU, Y. J.; YANG, H. J.; LIANG, G. Y.; NIU, J. Effects of different dietary wheat starch levels on growth, feed efficiency and digestibility in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, London, v. 20, n. 2, p. 283-293, 2012.

TUCKER, B.J.; BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; BOOTH, D.; FIELDER, D.S. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, v.258, p.514-520, 2006. DOI: 10.1016/j.

VASCONCELLOS, M. A.; GARCIA, S. M. E. **Fundamentos de Economia**. 2º ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

VIOLA, E.S.V.; CAZARRÉ, M.M.; DORNELES, R.A. Efeito da restrição alimentar sobre o peso de órgãos e gordura da carcaça de camundongos (*Mus musculus*) em crescimento. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 33., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.244-247.

ZHANG W.; RICKETTS T.H.; KREMEN, C.; CARNEY, K.; SWINTON, S.M. Ecosystem services and dis-services to agriculture. **Ecological Economics**, 64,253–260, 2007.

Artigo científico redigido conforme normas da Aquaculture, excetuando-se o idioma.

CAPÍTULO 2- Restrição alimentar em jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) não altera desempenho zootécnico, perfil hematológico e metabólico, mas influencia na histomorfometria dos hepatócitos

CHAPTER 2- Food restriction in jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) does not alter zootechnical performance, hemological and metabolic profile, but influences the histomorphometry of hepatocytes

Rubia Mara Gomes Acunha ^a

^a Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, UEMS, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Rodovia Aquidauana- UEMS, km 12 Zona Rural, 79.200-000 Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil

Resumo

O objetivo foi avaliar o efeito a restrição alimentar e realimentação e seus efeitos sobre variáveis hematológicas, mecanismo energético e desempenho produtivo do híbrido *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*. Durante 60 dias, juvenis de jundiarias foram submetidos à privação alimentar de 15 dias (correspondendo ao primeiro tratamento, com restrição - CR) seguidos de realimentação por mais 15 dias (tratamento controle, sem restrição - SR). Os tratamentos determinados para as repetições foram distribuídos inteiramente ao acaso. Foram utilizados 165 jundiarias para cada tratamento (562 ± 18 g e 40 cm), estocados na densidade de 13 peixes m^{-3} em ambos tratamentos. A cada 15 dias foi realizada biometria para análise produtiva dos peixes, que permitiu reajustes na quantidade de ração e posteriormente, foram amostrados 10 peixes de cada tanque para colheita de sangue e dois peixes para necropsia, para análises biométricas. Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância. O ganho de peso médio foi de 304,57 g e 202,25 g, respectivamente para os peixes CR e SR, não sendo observado diferença entre os dois grupos, os parâmetros zootécnicos de comprimento médio final, ganho em comprimento, taxa de crescimento específico e consumo de ração obtiveram diferença e o CR se destacou em melhores resultados para todos os parâmetros citados, demonstrando uma sobrecompensação do crescimento dos animais que passaram por privação alimentar. Para os parâmetros hematológicos, o hematócrito na coleta final apresentou diferença, sendo que o CR obteve melhor resultado. Na coleta 2 da contagem total de leucócitos foi maior no CR e os demais parâmetros avaliados em ambas coletas não houve diferença ($p > 0,05$). Para os parâmetros bioquímicos somente na coleta 1 os triglicerídeos se diferenciaram entre os tratamentos, com o CR de valor elevado, os demais não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si em todas coletas. Portanto, jundiarias submetidos à restrição alimentar de 15 dias e realimentação em 15 dias posteriores apresentam o crescimento superior aos sem restrição, assim como não apresentam alterações na hematologia e no seu mecanismo energético.

Palavras-chave: Estratégia alimentar, Ganho compensatório, Peixes, Reserva energética, Sanidade.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of food restriction and refeeding on hematological variables, energy mechanism and productive performance of the hybrid *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*. During 60 days, juveniles jundiarias were submitted to food deprivation by 15 days (corresponding to the first treatment, with restriction - CR) followed by feedback for another 15 days (control treatment, without restriction- SR). The treatments determined for the repetitions were distributed entirely at random. We used 165 jundiarias for each treatment, stored with initial average weight 562 ± 18 g and length of 40 cm for CR and 576 ± 6 g and 40 cm for SR, the density used was 13 fish m^{-3} in both treatments. Every 15 days biometrics were performed for productive analysis of fish, which allowed adjustments in the amount of feed and later, 10 fish from each tank were sampled for blood collection and two fish for necropsy, for further biometric analyses. The data were submitted to variance analysis at the level of 5% significance. The average weight gain was 304.57 g and 202.25 g, respectively for CR and SR fish, with no significant difference between the two groups, the zootechnical parameters of final average length, length gain, specific growth rate and feed intake obtained statistical difference and the CR stood out in better results for all parameters mentioned, demonstrating an overcompensation of the growth of the animals that underwent food deprivation. For hematological parameters, hematocrit in the final collection showed statistical difference, and the CR obtained the best result, in the collection 2 of the total leukocyte count was higher in the CR and the other parameters evaluated and in both collections there was no significant difference ($p > 0.05$) and for biochemical parameters only in collection 1 the triglycerides differed between treatments, with the high-value CR, the others did not present significant difference ($p > 0.05$) among themselves in all collections. Therefore, jundiarias submitted to food restriction by 15 days and refeeding in 15 days later present higher growth than those without restriction, as well as present no alterations in hematology and its energy mechanism.

Keywords: Compensatory gain, Energy reserve, Fish, Food strategy, Sanity.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude do crescimento da piscicultura mundial, o estudo e desenvolvimento de pacotes tecnológicos específicos para melhorar a cadeia produtiva comercial são fundamentais para a concorrência no mercado atual. As variações na qualidade e disponibilidade de uma alimentação e nutrição adequada aos organismos aquáticos acarreta em prejuízos na produção, pois pode limitar o crescimento dos mesmos (Gallardo-Collí *et al.*, 2020).

A nutrição e alimentação representarem 70% do custo de produção, portanto, adotar estratégias básicas para aperfeiçoar o uso de recursos é uma das principais alternativas para a atividade (Palma *et al.*, 2010), bem como a técnica de restrição alimentar em determinado tempo de cultivo, pois após os peixes passarem por um período de jejum, podem exibir uma taxa maior de crescimento durante a realimentação, uma condição conhecida como ganho compensatório (Gallardo-Collí *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de planos alimentares como aqueles que envolvem restrição alimentar quantitativa, pode configurar-se em estratégia interessante do ponto de vista prático e econômico, ao reconhecer a importância do manejo alimentar como fator chave no uso simultâneo e integrado dos insumos básicos e tecnológicos para produção de pescados (Oliveira, 2015).

Entre os peixes nativos brasileiros que se destacam estão os da ordem Siluriformes, tais como, o jundiá amazônico (*Leiarius marmoratus*) e os surubins que são do gênero *Pseudoplatystoma* (Baldiasserotto; Gomes, 2010; Campos, 2010) que estão entre as espécies de peixes comerciais de maior importância para o Brasil (Gomides, 2011). Existem híbridos que vem sendo cultivados em grande escala, entre eles, pode-se citar o jundiara, resultado do cruzamento da fêmea do *Pseudoplatystoma reticulatum* e do macho de *Leiarius marmoratus* (Cotrim, 2015).

Esse peixe possui carne nobre, sabor atraente, sem espinhas intramusculares, textura firme, muito apreciada e com alto valor no mercado. Além disso, a espécie se adequa com facilidade a dietas de peixes onívoros e tem maior rendimento de carcaça, o que vem estimulando o interesse entre os piscicultores (Menezes, 2016).

A restrição alimentar já vem sendo muito estudada em tilápias do Nilo (Pérez-Fuentes *et al.*, 2016) e estudos têm mostrado que o pacu é um peixe que responde bem ao manejo alimentar que inclui restrição e realimentação (Bido, 2020). Ainda existem lacunas em relação a aplicação da restrição alimentar e aos seus efeitos sobre a produção do jundiara. Para tanto, há necessidade de pesquisas que avaliem as respostas fisiológicas, metabólicas e de desempenho nesta espécie de peixe, para que essa estratégia seja interessante ao produtor, como uma forma de manejo eficaz, especialmente em condições a campo.

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da restrição alimentar e realimentação sobre variáveis hematológicas, mecanismo energético e o desempenho produtivo do híbrido *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e infraestrutura

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul- UEMS/Aquidauana, MS, Brasil, sob o protocolo nº 015/2019. O experimento foi realizado em uma propriedade localizada no município de Nioaque MS (20° 57'07"S 55°48'44"W). Foram utilizados seis tanques-rede, com volume útil de 4 m³ cada, tamanho de 2x2x1,5, revestido com material de PVC, malha de 19 mm e dispostos em uma represa de 0,5 ha de lâmina d'água.

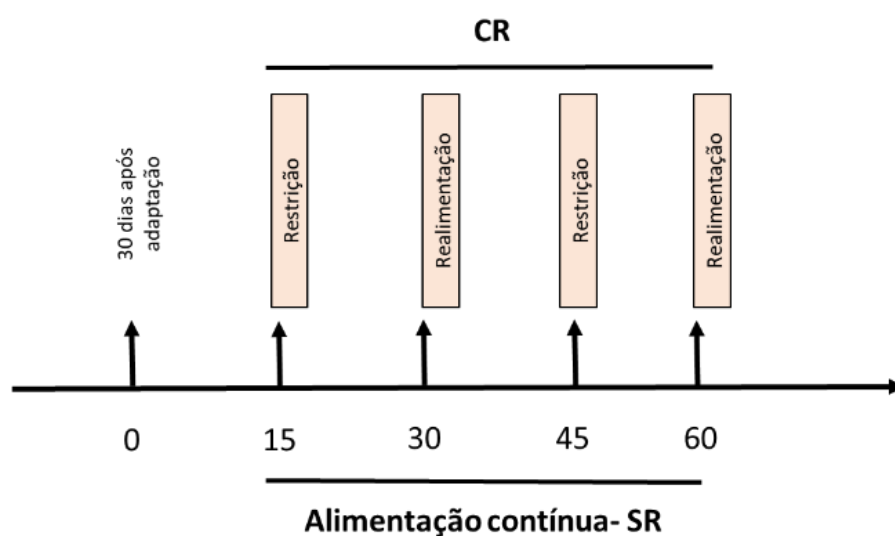


Figura 1- Planejamento experimental com jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) submetidos aos tratamentos com restrição alimentar seguida de realimentação (CR) e sem restrição (SR). Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o período de adaptação (30 dias), foi realizada a biometria inicial, sendo mensurado o peso (g) com o uso de uma balança de pêndulo digital (Ayumi), comprimento total e padrão dos animais (cm), por meio de um ictiomêtro. Durante o período experimental, foram realizadas biometrias quinzenalmente (15, 30, 45 e 60 dias) para ajustes na quantidade de ração de acordo com a biomassa calculada de cada tanque e acompanhamento do desempenho dos peixes.

Para alimentação dos peixes foi utilizada ração extrusada comercial de 4 a 6 mm contendo 32% proteína bruta, 6,5 % extrato etéreo, 7% fibra bruta e 10% matéria mineral, conforme as informações fornecidas pelo fabricante. A quantidade de alimento ofertado aos peixes foi calculada obedecendo a proporção de 3% da biomassa de cada tanque-rede. A frequência alimentar foi de duas vezes ao dia, as 8 e 16 horas, durante todo o período experimental.

2.2 Índices de desempenho produtivo e zootécnicos

Ao final do período experimental, os dados de peso, comprimento padrão e total obtidos nas biometrias e o consumo de ração no período foram utilizados para avaliação dos seguintes índices zootécnicos:

- Ganho de peso diário (GPD) (g dia⁻¹) = (peso médio final – peso médio inicial) / tempo em dias de cultivo;
- Ganho de peso (GP) (g) = (peso médio final – peso médio inicial);
- Ganho em biomassa (GB) (kg/tanque-rede) = biomassa final – biomassa inicial;
- Taxa de sobrevivência (TS) % = (número final de peixes / número inicial de peixes) x 100;
- Consumo de ração = ração fornecida/dia (kg) x nº total de dias referente ao período experimental;
- Taxa de crescimento específico (TCE) = [100 x (Ln peso final - Ln peso inicial) / dias de experimento)]; e

- Conversão alimentar aparente (CA) = ração fornecida (kg)/GB (kg).

O fator de condição alométrico foi calculado pela fórmula $K = W/L^b$ onde W é o peso, L o comprimento e b é estimado pela equação da relação peso-comprimento ($W = aL^b$ onde, a é o coeficiente linear e b é o coeficiente angular da relação em W e L , definidos anteriormente). A relação de peso-comprimento determina se o crescimento é isométrico (b igual a 3) ou alométrico (positivo b menor 3 e negativo b maior 3) (Le Cren, 1951).

Após cada biometria, dois peixes de cada tanque foram abatidos e através de um corte longitudinal na parte anterior da cavidade peritoneal, o intestino e fígado foram retirados para obtenção do peso (g) e do comprimento intestinal (cm) para cálculo do:

- Quociente intestinal (QI = comprimento do intestino (cm) / comprimento corporal padrão (cm)) e
- Índice hepatossomático (IHS = (peso do fígado / peso corporal do peixe) x 100)).

Aos 30, 45 e 60 dias de experimento, uma porção do fígado foi fixada em formol tamponado 10% por 24 horas e depois armazenada em álcool 70% até processamento histológico para análise da histomorfometria hepática.

2.3 Análises hematológicas

A cada biometria realizada também foram amostrados dois peixes/tanque-rede para determinação das variáveis hematológicas e avaliação do metabolismo energético (análises bioquímicas). Com exceção da primeira biometria, aos 15 dias e da coleta final, aos 60 dias, foram amostrados 10 peixes de cada tanque.

Foram realizadas colheitas de sangue por venopunção caudal, utilizando seringas banhadas em EDTA a 3%. Antes da colheita de sangue, os peixes foram anestesiados em solução de eugenol a 50 mg L⁻¹.

O sangue foi encaminhado ao Laboratório de Sanidade de Peixes da Universidade estadual de Mato Grosso do Sul para avaliação dos seguintes parâmetros:

- Porcentagem de hematócrito (Ht) - determinado pelo método de microhematócrito de Goldenfarb *et al.* (1971).

- Hemoglobina (Hb) - determinada pelo método de cianometahemoglobina de Collier (1944).
- Contagem do número de eritrócitos (Er) - realizada em câmara de Neubauer utilizando a diluição de 1:200 em solução de formol-citrato em microscópio óptico (400 X).

A partir dos dados de hematócrito, hemoglobina e número de eritrócitos foram calculados os índices hematimétricos: volume corpuscular médio (VCM) = $Ht \times 10/Er$; e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) = $Hb \times 100/Ht$.

Foram confeccionadas extensões sanguíneas em duplicata de cada animal, secas ao ar e coradas pancromicamente com May Grünwald-Giemsa-Wright (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004) para a contagem diferencial de leucócitos, contagem total de trombócitos e leucócitos.

2.4 Análises de mecanismo energético

Aos 30, 45 e 60 dias de experimento, foi realizada análise de glicose sanguínea (glicose oxidase [GPO]) utilizando aparelho Medidor de Glicose Accu Chek Active Roche. Em seguida, o sangue foi centrifugado a 9.000 g por 5 minutos a 4°C e o plasma transferido para microtubos para armazenamento a -20°C até o momento da análise bioquímica.

Os exames laboratoriais foram realizados no aparelho BIOPLUS- S200, utilizando kit reagente Gold Analisa® 1000. Por meio da metodologia colorimétrica de ponto final, foram determinados os parâmetros bioquímicos plasmáticos:

- Triglicerídeos (glicerol fosfato oxidase [GPO]);
- Colesterol total (colesterol oxidase); e
- Proteínas totais (biureto).

2.5 Análise da histomorfometria hepática

Para a morfometria dos hepatócitos, uma porção do fígado foi fixada em formol tamponado 10% por 24 horas e depois armazenada em álcool 70% até 1009 processamento histológico. As porções de fígado foram parafinizadas e, em seguida, cortadas a uma espessura de 5 µm e coradas por eosina e

hematoxilina. Os cortes histológicos foram analisados com objetiva de 100X e fotomicrografados por uma câmera fotográfica Nikon D3100, sendo armazenadas dez fotos de cada lâmina.

Posteriormente, 60 hepatócitos foram, aleatoriamente, amostrados para a mensuração da área (μm^2) e perímetro (μm) do citoplasma e área (μm^2), perímetro (μm) e diâmetro (μm) do núcleo, utilizando-se para isso o software Motic 2.0 (Motic Asia, Hong Kong). Foram calculados os seguintes parâmetros: relação da área do núcleo/área do citoplasma ($R_{\text{anc}} = \text{área nuclear}/\text{área citoplasma} \times 100$), relação perímetro núcleo/citoplasma ($R_{\text{pnc}} = \text{perímetro nuclear}/\text{perímetro citoplasma} \times 100$), volume nuclear do hepatócito ($V_N (\mu\text{m}^3) = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$, sendo $r^3 = \text{diâmetro}/2$) e a circularidade do núcleo do hepatócito ($CN = p^2/4 \cdot \pi \cdot a$, em que $p^2 = \text{perímetro nuclear}$ e $a = \text{área nuclear}$).

2.6 Qualidade da água do cultivo de jundiarias em tanques-rede

Durante o experimento foram monitorados, mensalmente, as variáveis físico-químicas da água: temperatura; teor de oxigênio dissolvido, com oxímetro digital- Hanna® modelo HI9146; potencial hidrogeniônico -pH com peagâmetro digital- Hanna® modelo HI98127; e concentração de amônia total por meio de colorimetria, com Reativo de Nessler.

Os valores médios das variáveis de qualidade da água verificados nos tanques-redes foram 27,2°C de temperatura; 7,65 para pH; 7,72 mg.L^{-1} para oxigênio dissolvido e 0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para amônia tóxica. Estes resultados estão de acordo com os recomendados para o desenvolvimento dos peixes (Kubitza, 1998).

2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene). As médias foram submetidas a análise de variância (ANOVA de dois fatores). Para comparação dos tratamentos e tempos de amostragem foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 4, sendo dois tratamentos (com e sem restrição alimentar) e quatro tempos de amostragem (15, 30, 45 e 60 dias) para as variáveis zootécnicas de peso, comprimento padrão e comprimento total e parâmetros hematológicos.

Para as variáveis bioquímicas e histomorfométricas foi utilizado um esquema fatorial 2 x 3, com os mesmos tratamentos e com três tempos de amostragem (30, 45 e 60). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com um valor 1049 de $p < 0,05$.

Quando não houve interação entre tratamentos e tempos de amostragem, os resultados são apresentados considerando as médias de cada tratamento em todos os tempos de amostragem e as médias de todos os tratamentos em cada momento. Quando houve interação, os resultados foram apresentados considerando as médias de cada tratamento dentro de cada tempo de amostragem.

As variáveis de desempenho zootécnico de ganho de peso diário, ganho de peso, ganho em comprimento, taxa de crescimento específico, sobrevivência, consumo de ração, fator de condição e conversão alimentar aparente foram submetidas a análise de variância comparando somente os tratamentos.

3. RESULTADOS

3.1 Parâmetros de desempenho zootécnico

Não houve interação entre os tratamentos e o tempo de amostragem para peso total, comprimento padrão e comprimento total dos peixes. Os peixes que passaram por restrição alimentar apresentaram diferenças ($P < 0.05$) no peso médio final, aos 60 dias foi significativamente diferente do tempo aos 15 dias, independente da restrição ou não (Tabela 1).

Tabela 1- Peso, comprimento padrão e total de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* submetidos a restrição alimentar e realimentação em tanques-rede

Tratamento	Tempo (dias)				
	15	30	45	60	Total
Peso (g)					
Com restrição	646,25±164,02	702,66±163,55	689,33±134,02	749,57±260,98	724,49±142,33
Sem restrição	529,41±88,91	606,00±124,25	638,00±166,14	767,58±181,69	714,98±100,32
Total	586,06±52,30 ^b	654,33±100,25 ^{ab}	663,66±128,90 ^{ab}	759,90±133,65 ^a	
Comprimento padrão (cm)					Total

Com restrição	33,15±3,08	35,00±3,00	33,56±1,92	35,77±2,70	35,10±3,00 ^A
Sem restrição	31,32±1,92	33,46±2,53	33,60±2,87	34,33±3,11	33,95±2,55 ^B
Total	32,21±2,50 ^b	34,23±2,66 ^a	33,58±1,65 ^{ab}	35,01±2,54 ^a	
Comprimento total (cm)					Total
Com restrição	43,18±3,79	44,40±3,54	44,96±2,31	44,45±3,45	45,56±2,55 ^A
Sem restrição	41,11±2,66	42,80±3,09	44,00±3,87	43,68±3,19	43,35±1,45 ^B
Total	42,12±3,50 ^b	43,60±2,58 ^{ab}	44,48±2,56 ^a	44,81±2,54 ^a	

Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas ($P < 0.05$).

A restrição alimentar seguida de realimentação resultou em diferença nos parâmetros de ganho de comprimento e consumo de ração. Os peixes submetidos a esta estratégia alimentar obtiveram maior ganho de comprimento comparado aos animais que se alimentaram continuamente, e quanto ao consumo de ração, apresentou menores resultados (Tabela 2), o que favorece ainda mais a utilização da técnica de restrição, permitindo que o desempenho dos animais apresente resultados semelhantes e até mesmo superior (no caso do ganho de comprimento) ao tratamento sem restrição alimentar.

Tabela 2– Parâmetros do desempenho zootécnico no cultivo de *P. reticulatum* x *L. marmoratus* em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação

Parâmetros	Tratamentos	
	CR	SR
Ganho de peso diário (g)	3,33±1,76	3,26±0,24
Ganho de peso (g)	304,57±17,77	202,25±23,19
Ganho de comprimento (cm)	6,07±3,90 ^a	3,46±1,90 ^b
Taxa de crescimento específico (cm)	9,23±0,33	8,86±0,15
Consumo de ração (kg)	52,85±5,13 ^a	76,77±2,02 ^b
Conversão alimentar aparente	1,15±0,20	0,97±0,15
Sobrevivência (%)	51,66±0,47	47,33±2,62
Fator de condição	0,224±0,14	0,155±0,01

CR: com restrição; SR: sem restrição. Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha diferem-se entre si ($P < 0.05$).

Os jundiarias exibiram alometria positiva, para a relação peso-comprimento, para o tratamento com restrição alimentar e isometria ($b = 3$) para o tratamento sem restrição alimentar. As médias do fator de condição de 0,224

$\pm 0,14$ para o CR e $0,155 \pm 0,01$ para o SR. Estas, não apresentaram diferenças ($p > 0,05$).

Houve interação entre os tratamentos e os tempos de coleta no quociente intestinal os resultados do quociente intestinal ($P < 0,001$) (Tabela 3). Após 60 dias, o tratamento com restrição apresentou maior valor quando comparado ao tratamento sem restrição ($P < 0,001$).

Houve interação entre as médias totais para os tratamentos e os tempos 1103 de amostragem no índice hepatossomático ($P = 0,575$) (Tabela 3). Com restrição, o índice hepatossomático foi maior, independentemente do tempo de amostragem ($P = 0,005$). Independentemente do tratamento, o índice hepatossomático aumentou após 60 dias em relação aos 15 e 30 dias ($P < 0,001$).

Tabela 3– Quociente intestinal e índice hepatossomático de *P. reticulatum* x *L. marmoratus* em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação

Tratamento	Tempo (dias)				
	15	30	45	60	
Quociente intestinal					Total
Com restrição	$1,35 \pm 0,13^b$	$1,21 \pm 0,05^b$	$1,29 \pm 0,30^b$	$2,01 \pm 0,64^{Aa}$	$1,49 \pm 0,32$
Sem restrição	$0,76 \pm 0,59$	$1,10 \pm 0,11$	$1,22 \pm 0,19$	$1,28 \pm 0,17^B$	$1,13 \pm 0,32$
Total	$1,06 \pm 0,50$	$1,16 \pm 0,10$	$1,25 \pm 0,23$	$1,64 \pm 0,58$	
Índice hepatossomático (%)					Total
Com restrição	$1,07 \pm 0,45$	$1,09 \pm 0,02$	$1,61 \pm 0,55$	$1,78 \pm 0,39$	$1,44 \pm 0,40^A$
Sem restrição	$0,81 \pm 0,29$	$0,74 \pm 0,14$	$0,89 \pm 0,26$	$1,49 \pm 0,24$	$1,09 \pm 0,40^B$
Total	$0,94 \pm 0,37^b$	$0,92 \pm 0,21^b$	$1,25 \pm 0,55^{ab}$	$1,63 \pm 0,34^a$	

Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas ($P < 0,05$).

3.2 Parâmetros hematológicos

Não houve interação entre os tratamentos e os tempos de amostragem no número de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, volume corpuscular médio e concentração de hemoglobina corpuscular média (Tabela 4).

No tratamento com restrição, os valores de eritrócitos ($P = 0,026$) e hematócrito ($P = 0,015$) foram maiores, independentemente do tempo de amostragem. No parâmetro de eritrócitos ($P < 0,001$) independentemente do tratamento, após 30 e 45 dias estes valores aumentaram e aos 60 dias ocorreu

redução do mesmo. A hemoglobina ($P = 0,009$), após 30 e 60 dias aumentou, enquanto o hematócrito ($P = 0,001$) demonstrou aumento a partir dos 30 dias. Quanto ao CHCM no tempo de 15 dias em ambos tratamentos se demonstrou maior ($P = 0,008$) comparado aos demais dias.

Não houve interação entre os tratamentos e os tempos de amostragem para a contagem total de leucócitos e trombócitos (Tabela 5), porcentagem de neutrófilo, monócito e linfócitos (Tabela 6). A contagem total de leucócitos, porcentagem de neutrófilo, monócito e linfócitos não apresentaram diferença entre tratamento ($P > 0,05$), já a contagem total de trombócitos aumentou ($P = 0,022$) para o tratamento com restrição, independentemente do tempo de amostragem. Independentemente do tratamento, os leucócitos aumentaram ($P < 0,001$) em 30 e 45 dias, os trombócitos aumentaram ($P = 0,0089$) em 30 dias quando comparado aos 15 dias e os monócitos aumentaram ($P = 0,001$) em 60 dias diferindo dos 30 dias.

Tabela 4– Perfil hematológico de *P. reticulatum* x *L. marmoratus* em tanques -rede, sob restrição alimentar e realimentação

Tratamento	Tempo (dias)				
	15	30	45	60	
Eritrócitos ($\times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$)					Total
Com restrição	2,24 $\pm$ 0,92	4,35 $\pm$ 1,62	4,62 $\pm$ 1,82	2,75 $\pm$ 1,25	3,12 $\pm$ 1,53 ^A
Sem restrição	2,17 $\pm$ 0,99	3,40 $\pm$ 0,80	3,68 $\pm$ 0,32	2,25 $\pm$ 0,98	2,62 $\pm$ 1,26 ^B
Total	2,20 $\pm$ 0,91 ^b	3,87 $\pm$ 1,32 ^a	4,14 $\pm$ 1,35 ^a	2,54 $\pm$ 1,16 ^b	
Hemoglobina (g dL ⁻¹)					Total
Com restrição	10,66 $\pm$ 9,16	14,25 $\pm$ 3,78	12,57 $\pm$ 2,93	8,98 $\pm$ 2,8	10,55 $\pm$ 4,47
Sem restrição	9,57 $\pm$ 6,98	12,11 $\pm$ 2,59	10,04 $\pm$ 3,27	9,42 $\pm$ 1,33	9,95 $\pm$ 3,25
Total	10,11 $\pm$ 7,78 ^{ab}	13,17 $\pm$ 3,28 ^a	11,30 $\pm$ 3,24 ^{ab}	9,16 $\pm$ 2,30 ^b	
Hematócrito (%)					Total
Com restrição	29,50 $\pm$ 15,93	57,33 $\pm$ 14,79	56,17 $\pm$ 12,25	49,31 $\pm$ 15,50	49,55 $\pm$ 16,27 ^A
Sem restrição	28,80 $\pm$ 14,27	51,67 $\pm$ 10,80	46,67 $\pm$ 10,25	39,20 $\pm$ 15,93	41,03 $\pm$ 15,30 ^B
Total	29,11 $\pm$ 14,04 ^b	54,50 $\pm$ 12,70 ^a	51,42 $\pm$ 11,86 ^a	44,91 $\pm$ 16,32 ^a	
VCM (fL)					Total
Com restrição	161,41 $\pm$ 39,90	140,02 $\pm$ 45,61	121,58 $\pm$ 7,44	202,66 $\pm$ 83,81	155,96 $\pm$ 41,44
Sem restrição	146,52 $\pm$ 35,44	153,34 $\pm$ 30,46	127,42 $\pm$ 12,92	199,56 $\pm$ 59,23	156,70 $\pm$ 54,72
Total	152,47 $\pm$ 23,63	146,67 $\pm$ 35,44	124,50 $\pm$ 9,96	201,10 $\pm$ 56,41	
CHCM(gdL ⁻¹)					Total
Com restrição	49,37 $\pm$ 10,78	24,83 $\pm$ 2,91	23,83 $\pm$ 1,90	18,19 $\pm$ 2,69	27,20 $\pm$ 12,22

Sem restrição	29,28±3,15	21,34±2,68	21,51±2,42	22,93±6,95	23,76±3,74
Total	37,31±16,99 ^a	23,08±3,15 ^b	22,67±2,32 ^b	20,55±5,46 ^b	

Os valores são expressos como média ± desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas (P < 0.05).

Tabela 5– Contagem total de leucócitos e trombócitos de jundiarias (*P. reticulatum* x *L. marmoratus*) em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação

Tratamento	Tempo (dias)				Total
	15	30	45	60	
Leucócitos totais					Total
Com restrição	205.694,17±104.927,13	512.392,50±120.251,56	494.664,17±267.599,75	251.629,64±155.730,94	308.862,38±196.052,59
Sem restrição	194.156,25±131.445,08	340.875,83±143.755,69	371.180,00±124.053,05	226.567,16±119.124,70	260.543,75±136.358,60
Total	199.925,21±113.552,92 ^a	426.634,17±146.968,65 ^a	432.922,08±209.053,92 ^a	241.026,29±140.676,84 ^b	
Trombócitos					Total
Com restrição	34.672,50±16.882,13	95.043,33±40.563,38	79.476,25±37.905,18	52.516,76±45.326,94	58.971,99±44.132,22 ^A
Sem restrição	33.961,25±25.595,66	55.798,33±30.049,23	55.705,42±13.416,48	38.123,18±22.645,16	42.787,50±41.679,83 ^B
Total	34.316,88±20.675,50 ^b	75.420,83±38.303,83 ^a	67.590,83±29.816,38 ^{ab}	46.427,17±37.828,25 ^{ab}	

Tabela 6- Contagem diferencial de leucócitos em *P. reticulatum* x *L. marmoratus* em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação

Tratamento	Tempo (dias)				
	15	30	45	60	
Linfócitos (%)					Total
Com restrição	79,00±6,96	79,42±4,67	78,33±1,08	75,97±7,71	77,07±6,81
Sem restrição	81,33±4,8	82,92±3,26	77,08±4,10	74,07±8,83	76,94±7,69
Total	80,17±5,83 ^a	81,17±4,41 ^a	77,71±2,93 ^a	75,16±8,17 ^a	
Neutrófilos (%)					Total
Com restrição	13,75±5,71	15,17±3,33	16,42±1,46	16,57±7,06	16,02±6,05
Sem restrição	12,92±3,38	14,08±2,92	17,50±3,03	19,64±8,77	17,48±7,69
Total	13,33±4,49	14,63±3,13	16,96±2,34	17,87±7,90	
Monócitos (%)					Total
Com restrição	4,42±2,40	4,25±1,37	3,58±0,66	6,80±3,42	5,78±3,15
Sem restrição	4,25±2,07	2,75±1,13	4,17±2,38	5,68±2,99	4,80±2,87
Total	4,33±2,14 ^{ab}	3,50±1,49 ^b	3,88±1,69 ^{ab}	6,33±3,26 ^a	

Os valores são expressos como média ± desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas ($P < 0.05$).

3.3 Parâmetros bioquímicos

Não houve interação entre os tratamentos e os tempos de amostragem para os níveis plasmáticos de glicose, colesterol e proteínas totais. Independentemente do tempo, níveis plasmáticos de glicose, colesterol e proteínas totais não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 7). Independentemente do tratamento, os níveis de glicose não se alteram nos tempos de amostragem, em 60 dias houve diminuição das proteínas totais ($P < 0.001$) e aumento do colesterol ($P < 0.001$).

Houve interação entre os tratamentos e os tempos de coleta nos níveis de triglicerídeos ($P < 0.001$). Nos peixes submetidos à restrição, o triglicerídeo foi maior aos 45 dias, enquanto que nos peixes não submetidos a restrição, aos 30 e 45 apresentara maiores valores e diminuiu aos 60 dias.

Tabela 7- Parâmetros bioquímicos de *P. reticulatum* x *L. marmoratus* em tanques-rede, sob restrição alimentar e realimentação

Tratamento	Tempo (dias)			Total
	30	45	60	
Colesterol				Total
Com restrição	322,90±36,82	245,72±70,15	404,04±75,02	369,83±90,44
Sem restrição	349,73±27,30	275,47±55,95	435,61±92,40	392,19±100,41
Total	336,32±33,93 ^b	260,60±62,46 ^c	417,39±83,45 ^a	
Glicose				Total
Com restrição	62,00±10,01	60,90±3,23	53,80±14,75	56,00±13,43
Sem restrição	58,00±4,15	59,10±3,85	54,86±13,16	56,00±10,88
Total	60,00±7,73	59,40±3,52	54,25±3,13,98	
Proteínas totais				Total
Com restrição	4,91±0,58	5,59±0,76	4,38±0,91	4,63±0,94
Sem restrição	5,17±0,88	5,66±0,16	4,17±0,95	4,61±1,04
Total	5,04±0,72 ^a	5,62±0,52 ^a	4,29±0,93 ^b	
Triglicerídeos				Total

Com restrição	107,33±39,14 ^{bB}	241,03±45,45 ^a	93,45±29,77 ^b	116,52±61,12
Sem restrição	231,75±91,60 ^{aA}	234,78±32,66 ^a	99,82±37,90 ^b	146,91±80,86
Total	169,54±93,44	237,90±37,87	96,14±33,25	

Os valores são expressos como média $\pm$ desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas ($P < 0.05$).

3.4 Parâmetros histológicos

Houve interação entre e os tratamentos e tempos de coleta nos parâmetros histomorfométricos de hepatócitos, como área do núcleo, área do citoplasma, relação entre as áreas do núcleo e do citoplasma, perímetro do núcleo, perímetro do citoplasma, relação entre os perímetros do núcleo e do citoplasma e volume nuclear (Tabela 8).

A área do núcleo e área do citoplasma no tratamento com restrição apresentaram valores maiores aos 30 e 45 dias, no entanto, a relação área do núcleo/área do citoplasma aos 30 dias foi menor nos peixes restritos, nos demais tempos apresentaram semelhança entre si. Quanto ao perímetro do núcleo e citoplasma, nos tempos de 30 e 45 dias o tratamento CR apresentou valores elevados comparados ao SR, já no tempo de 60 dias estes valores foram similares entre os tratamentos. No volume nuclear, aos 45 dias, o volume nuclear aumentou nos peixes restritivos em relação aos sem restrição.

Tabela 8- Parâmetros histomorfométricos dos hepatócitos de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* após ciclos quinzenais de restrição alimentar e realimentação ou alimentados continuamente

Tratamento	Tempo (dias)			Total
	30	45	60	
Área do núcleo (μm^2)				Total
Com restrição	10,54±2,58 ^{cA}	15,00±3,18 ^{Aa}	12,82±2,40 ^b	13,07±3,26
Sem restrição	9,52±2,27 ^{cB}	11,85±2,11 ^{Bb}	12,65±2,40 ^a	11,56±2,58
Total	10,03±2,48	13,42±3,12	12,73±2,40	
Área do citoplasma (μm^2)				Total
Com restrição	111,16±29,19 ^{cA}	148,01±40,41 ^{Aa}	125,20±32,67 ^b	130,24±37,95 ^A

Sem restrição	86,18±22,15 ^{aB}	116,29±30,10 ^{Bb}	135,87±78,21 ^c	116,11±56,45 ^B
Total	98,67±28,73	132,15±38,96	130,54±60,85	
Relação área do núcleo/área do citoplasma				Total
Com restrição	9,65±3,26 ^A	10,29±3,15	10,82±3,06	10,33±3,17
Sem restrição	11,51±3,16 ^B	11,03±6,62	10,44±6,64	10,93±6,01
Total	10,58±3,34	10,66±5,19	10,63±5,24	
Perímetro do núcleo (µm)				Total
Com restrição	11,40±1,42 ^{cA}	13,66±1,41 ^{Aa}	12,63±1,20 ^b	12,71±1,59
Sem restrição	10,85±1,30 ^{cB}	12,15±1,07 ^{Bb}	12,55±1,17 ^a	11,97±1,34
Total	11,13±1,38	12,90±1,46	12,59±1,18	
Perímetro do citoplasma (µm)				Total
Com restrição	40,28±5,45 ^{cA}	47,13±6,62 ^{Aa}	41,95±5,51 ^b	43,48±6,60
Sem restrição	35,45±4,78 ^{cB}	41,02±4,93 ^{Bb}	42,88±4,61 ^a	40,33±5,58
Total	37,87±5,66	44,08±6,58	42,42±5,08	
Relação perímetro do núcleo/perímetro do citoplasma				Total
Com restrição	28,65±4,19 ^{bA}	28,72±4,26 ^{Ba}	30,55±4,35 ^{Aa}	29,39±4,36
Sem restrição	31,00±4,47 ^{aB}	29,97±3,72 ^{abB}	29,52±3,67 ^{Bb}	30,06±3,94
Total	29,82±4,48	29,35±4,04	30,04±4,06	
Volume nuclear				Total
Com restrição	19,03±6,64 ^c	35,76±12,25 ^{Aa}	25,63±7,92 ^b	27,78±11,63
Sem restrição	17,13±4,50 ^c	28,06±6,47 ^{Ab}	24,90±5,66 ^b	24,14±7,11
Total	18,08±5,74	31,91±10,52	25,27±6,85	
Circularidade do núcleo				Total
Com restrição	1,001±0,02	1,000±0,00	1,000±0,01	1,000±0,01
Sem restrição	1,003±0,02	0,999±0,01	1,000±0,01	1,000±0,01
Total	1,000±0,02	0,999±0,00	0,999±0,03	

Os valores são expressos como média ± desvio padrão. As letras minúsculas diferem nas linhas e as maiúsculas diferem nas colunas (P < 0.05).

4. DISCUSSÃO

4.1 Desempenho produtivo

Os jundiaras (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) submetidos aos tratamentos com restrição alimentar apresentaram melhora no desempenho quanto ao comprimento padrão e final, ganho de comprimento e consumo de ração, maximizando a produção dos peixes quando comparado ao grupo sem restrição.

Segundo Ali et al. (2003), a compensação completa ocorre quando animais submetidos à privação alimentar atingem o mesmo porte que animais da mesma idade, alimentados continuamente, correspondendo aos resultados encontrados neste trabalho, onde jundiaras submetidos a privação alimentar não diferiram nos parâmetros de peso final, ganho de peso diário e ganho de peso dos animais alimentados continuamente. Embora estes resultados apresentaram valores similares ao do tratamento sem restrição alimentar, o ganho em comprimento foi superior no CR, sugerindo a ocorrência de hiperfagia, caracterizado como um dos principais mecanismos envolvidos no ganho compensatório observado em diversos animais e que nada mais é que a elevação da taxa de ingestão de alimento durante a realimentação (Souza et al., 2003).

Cotrim et al. (2016), avaliando período de 30 dias de restrição alimentar parcial com diferentes taxas de alimentação (5%; 2%; 0,5% e 0% do peso vivo) seguidos de 90 dias de realimentação (5% do peso vivo) em jundiaras encontraram compensação completa nos grupos de restrição parcial com 2 e 0,5% do peso vivo, o que também foi encontrado no presente estudo, ressaltando, porém, que este é o primeiro avaliando a restrição total do híbrido jundiara.

Compensação completa também foram observados em bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) que passaram por 3 ciclos de 3 dias de restrição e 11 dias de realimentação (Gaylord e Gatlin, 2000), robalo asiático (*L. calcarifer*) com 7 dias de restrição (Tian e Qin, 2003), e robalo peva (*Centropomus paralellus*) desafiados por 15 dias de restrição (Ribeiro et al., 2006). A estratégia de 15 dias de restrição trouxe resultados favoráveis para produção de jundiaras, mostrando que pode diferir para cada espécie estudada, já que Salomão et al. (2017),

utilizando o mesmo tempo de restrição em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não observaram crescimento compensatório após a realimentação.

A estratégia adotada neste estudo resultou em economia de ração de 31,15% comparada ao tratamento que não passou por restrição alimentar e não afetou o desempenho zootécnico dos peixes. Resultados semelhantes foram encontrados também no estudo de Cotrim et al. (2016), com restrição parcial do alimento e menor gasto com ração e mesmo ganho de peso de jundiarias e Bolivar et al. (2006) que encontraram economia de aproximadamente metade dos custos diretos com ração, sem redução significativa na sobrevivência, crescimento ou rendimento corporal de tilápia do Nilo em viveiros de engorda fertilizados.

Embora não tenha sido observado melhora na conversão alimentar, este parâmetro apresentou-se satisfatório em ambos os tratamentos, com e sem restrição. Gaylord e Gatlin (2000) estudaram o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e observaram compensação completa e uma melhoria na conversão alimentar durante a hiperfagia. Skalski et al. (2005) constataram que o robalo híbrido após restrição alimentar, aumenta a eficiência de crescimento e diminui a conversão alimentar. Outros trabalhos encontraram respostas de crescimento compensatório durante a hiperfagia, mas sem uma melhoria na conversão alimentar (Wang et al., 2000; Nikki 1250 et al., 2004; Palma et al., 2010, Santos et al., 2018).

A isometria obtida na relação peso-comprimento para o tratamento com restrição alimentar e a alometria negativa nos peixes que foram alimentados continuamente, indicam que os animais aumentaram o comprimento mais rapidamente do que seu peso, diferindo de Oliveira et al. (2018), que verificaram que os valores obtidos nas análises da relação peso-comprimento exibiram alometrias positivas ($b > 3$), indicando que os animais aumentaram o peso mais rapidamente do que seu comprimento.

O fator de condição é de suma importância para proporcionar a relação entre peso e comprimento do peixe e não deve variar com o comprimento do peixe, além de ser usado com indicativo do bem-estar animal e das condições fisiológicas, refletindo a capacidade de enfrentar as adversidades ambientais provenientes do cultivo (Vazzoler, 1996). No estudo de Oliveira et al. (2018) os valores médios do fator de condição entre os tratamentos também não

apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), o que pode ser um indicativo de bem-estar dos grupos de peixes avaliados, em virtude da similaridade de manejo entre o ambiente de cultivo, demonstrando que o jundiara é capaz de passar por ciclos de alimentação.

A compensação ocorre quando a taxa de crescimento é superior ao dos animais que não sofreram privação de alimento (Ali et al., 2003), fato este encontrado neste trabalho, onde o comprimento padrão e final e ganho em comprimento apresentaram-se superiores nos peixes que passaram por restrição comparado aos peixes não restritos. Estes resultados provavelmente influenciaram os parâmetros de quociente intestinal (QI) e índice hepatossomático (IHS), já que QI no tratamento com restrição apresentou diferença estatística e interação com os tempos de coleta e obteve resultados superiores ao sem restrição alimentar.

As alterações nas quantidades de lipídeos e glicogênio refletem no tamanho do órgão. O IHS não apresentou interação entre os tratamentos e os tempos de amostragem, entretanto, CR foi maior numericamente independentemente do tempo de amostragem. Rodrigues et al. (2017) afirmam que este índice pode ser fortemente afetado pela idade, sexo, estação do ano e condições fisiológicas onde os peixes são submetidos, além de estar diretamente relacionado com a reserva energética no fígado, mais especificamente na deposição de lipídeos e carboidratos, onde os peixes provavelmente mobilizaram pouco destas reservas.

Parâmetros hematológicos

No presente estudo, a estratégia adotada de 15 dias de restrição alimentar seguidos de realimentação por mais 15 dias, alterou os parâmetros hematológicos de eritrócitos e hematócritos dos jundiarias. De acordo com Ranzani Paiva et al. (2013) o percentual de hematócrito reflete a proporção no sangue em relação a quantidade de leucócitos, trombócitos e plasma sanguíneo, é caracterizado por ser um dos parâmetros hematológicos de pouca variabilidade e baixa margem de erros.

Experimentos com privação alimentar relatam que os valores de hematócrito apresentados por peixes de diferentes espécies que passaram por restrição podem ser menores (Torfi Mozanzadeh et al., 2017; Silva et al., 2019;

Assis et al., 2020), maiores (Morshedi et al., 2011; Favero et al., 2019) ou sem alterações (Caruso et al., 2012). Saran Neto et al. (2009) trazem referências dos valores de hematócrito para surubins híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) de 25 % a 41%, as porcentagens do presente estudo apresentam-se maiores, sugerindo que os jundiarias podem ter sofrido estresse, com aumento da atividade eritropoiética do baço e dos rins (Tavares-Dias e Moraes, 2004).

Os eritrócitos são as células sanguíneas mais abundantes na circulação, são responsáveis pelo transporte de oxigênio e gás carbônico (Nascimento et al., 2020). Saran Neto et al. (2009) relatam valores mínimos e máximos ($1,350-2,820 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$) de eritrócitos para surubins híbridos, respectivamente. Nos tempos de 30 e 45 dias (correspondentes a realimentação e posterior restrição alimentar) o tratamento com restrição ocasionou aumento destes valores, porém, aos 60 dias, apresentaram-se dentro dos valores relatados pelos autores.

O aumento dos números de eritrócitos pode estar relacionado à liberação de catecolaminas e cortisol tendo como consequência alterações fisiológicas e bioquímicas em resposta ao estresse sofrido após a restrição alimentar, denominada resposta secundária (Wendelaar Bonga, 1997). Peixes submetidos a um fator estressante, através do sistema neuroendócrino, liberam em um primeiro momento catecolaminas e, secundariamente, o cortisol, na intenção de lutar por sua sobrevivência (Mommensen et al., 1999). O aumento do número de eritrócitos durante a resposta ao estímulo estressante pode decorrer do aumento do consumo de oxigênio (Tavares-Dias e Moraes., 2004).

A concentração de hemoglobina está diretamente relacionada com a ocorrência de anemia (Ranzani Paiva et al., 2013). Para peixes saudáveis por exemplo, fica em torno de 10g/100 dL (Tavares et al., 2003), valor para o qual este estudo corrobora. A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), assim como o número de eritrócitos (Er) e tamanho dos mesmos (VCM), podem variar nas diversas espécies de peixes devido à atividade ecológica, além da posição na escala evolutiva (Tavares Dias e Moraes, 2004). Estes índices segundo Wintrobe (1934) são de grande utilidade para avaliação e classificação das anemias em geral, em condições onde a capacidade do sangue em transportar oxigênio para os tecidos se encontra reduzida. Valores de referência do eritrograma de VCM e CHCM para surubim híbrido são descritos por Saran Neto et al. (2009) de $145,0-236,8 \text{ g.dL}^{-1} \text{ fL}$ e $12,5-21,3 \text{ g.dL}^{-1}$,

respectivamente. Os resultados encontrados neste presente estudo estão de acordo com os valores citados.

Após 30 e 45 dias, ambos tratamentos aumentaram o número de neutrófilos e linfócitos. Os linfócitos são as células mais observadas na contagem diferencial dos leucócitos. Segundo Barcellos et al. (2004) registraram aumento do número de neutrófilos e redução de linfócitos após estudar juvenis de jundiá expostos a estresse agudo e crônico, pode-se presumir que após este período os animais poderiam ter sido estressados, entretanto a estratégia de restrição não se torna responsável, já que nos dois tratamentos estas células estavam em maiores quantidades.

Ainda são poucos trabalhos que tem avaliado a hematologia desta espécie sob privação alimentar, podemos observar com o presente estudo que a restrição alimentar seguida de realimentação apresenta respostas positivas ao aspecto de higidez de jundiarias e que a mesma pode ser adotada, já que não apresenta alterações negativas nos parâmetros sanguíneos destes peixes.

4.2 Mecanismo energético

Os parâmetros bioquímicos também são capazes de evidenciar o estado fisiológico dos peixes e estes podem não sofrer alterações significativas quando submetidos à períodos cíclicos de privação alimentar e realimentação, principalmente pelo fato do sangue refletir as alterações (Higuchi et al., 2011; Morshedi et al., 2011). Nesse estudo a restrição não afetou os parâmetros glicose, proteína total e colesterol, reforçando as condições fisiológicas e metabólicas dos peixes.

No parâmetro de triglicerídeos os animais que não passaram pela restrição apresentaram valores maiores ($101,3 \text{ mg dl}^{-1}$) do que os citados por Al-Salahy (2002) e Labarrère et al. (2012) em *Pseudoplatystoma spp* nos tempos de 30 e 45 dias, entretanto, aos 60 dias ambos tratamentos ficaram na faixa dos encontrados pelos autores, sugerindo que os peixes sob restrição usaram este parâmetro como fonte de energia, mantendo os seus valores de glicose no sangue constantes, como evidenciado no presente estudo. Os níveis de glicose sanguínea não apresentaram diferenças estatísticas, isso pode ter ocorrido porque o glicogênio não foi utilizado como geralmente ocorrem com esse tipo de manejo (Blasco et al., 1991). Borges et al. (2004) obtiveram valores inferiores de

glicose ($60,1 \text{ mg dL}^{-1}$) para o jundiá, semelhantes aos valores encontrados no presente estudo. Hung et al. (1997) ao submeter esturjão a 10 semanas de restrição alimentar, verificaram queda nos níveis de glicose sanguínea a partir da segunda semana, inferindo na utilização de energia pelo organismo.

Os resultados de proteína total deste experimento corroboram com os valores referenciados por Tavares Dias et al. (2009). Estes pesquisadores definiram o intervalo de $5,0$ a $5,4 \text{ gdl}^{-1}$ para híbridos *Pseudoplatystoma*, com peso de 568 a 1350 g .

As proteínas podem ser utilizadas como indicativo do estado nutricional de peixes, são caracterizadas por estruturas que exercem as funções vitais como enzimas, anticorpos entre outros. Os valores observados para proteína total são próximos aos relatados por Borges et al. (2004) e Higuchi et al. (2011) também para o jundiá ($3,71$ a $4,45 \text{ gdl}^{-1}$), o que comprova que os níveis estão dentro do recomendado, e que a estratégia de restrição alimentar e realimentação não afeta os níveis da proteína total, sugerindo assim, que os níveis foram restabelecidos com a realimentação (Signor et al., 2017). Salomão et al. (2017) ao analisar parâmetros sanguíneos da tilápia do Nilo submetida a restrição observou que os tratamentos não influenciaram de forma expressiva os níveis de glicose, triglicerídeos e proteínas totais, colaborando com esse estudo para jundiarias (com exceção da concentração de triglicerídeos).

Neste trabalho observou-se que o metabolismo energético dos jundiarias apresenta bastante plasticidade para adaptação a ciclos de restrição alimentar, e que a estratégia de 15 dias de restrição seguida de 15 dias de realimentação apresenta resultados satisfatórios no quesito mecanismo energético e fisiológico destes peixes.

4.4 Histomorfometria hepática

Os parâmetros histomorfométricos dos hepatócitos são biomarcadores das respostas nutricionais, das condições metabólicas e saúde dos peixes (Rodrigues et al., 2017). Neste estudo, os parâmetros histomorfométricos hepáticos dos jundiarias apresentaram interação entre os tratamentos e os tempos avaliados (exceto para circularidade do núcleo). O fígado é a maior glândula exo-endócrina dos vertebrados e apresenta uma série de funções, dentre as quais se destaca o acúmulo de substâncias de reserva, em especial

sob a forma de glicogênio e de lipídios (Flores-Lopes; Malabarba, 2007). O manejo de restrição alimentar de 15 dias seguido de realimentação de 15 dias, apresentou valores maiores comparados ao grupo controle nos tempos de 30 e 45 dias, porém no tempo de 60 dias, apresentaram resultados semelhantes, o que sugere que a reserva de glicogênio foi restabelecida neste período.

Um aumento no índice hepatossomático (que utiliza o peso do fígado para seu cálculo), pode ser atribuído a um aumento no volume dos hepatócitos em decorrência da regeneração das reservas energéticas do fígado, como lipídio e glicogênio (Rodrigues et al., 2017). A mobilização do lipídio como fonte de energia, na restrição alimentar, é confirmada pelo aumento de ácidos graxos livres plasmáticos observada nos períodos mais prolongados de jejum, cujos níveis são restabelecidos na realimentação. Essa mobilização de lipídio envolve a quebra de triglicerídeos, ácidos graxos livres e glicerol liberados para a corrente sanguínea (Silva et al., 2014). Assim, ficou evidenciado, no presente estudo, que a adversidade do jejum não prejudicou a capacidade dos jundiáras quanto à recuperação fisiológica do crescimento, como mostraram potencial para o crescimento compensatório, sugere-se considerar a inclusão de 15 dias de restrição seguido de 15 dias de realimentação no manejo alimentar deste híbrido, visando a obtenção de melhores respostas quanto ao crescimento compensatório e consequentemente melhor produção.

5 CONCLUSÃO

A estratégia de restrição alimentar e realimentação de 15 CR/15 SR pode ser utilizada para criação do híbrido jundiá em condições a campo. Os animais suportam este tipo de manejo alimentar e a restrição ocasionou sobrecompensação quanto ao crescimento e compensação total quando ao peso do tratamento submetido a privação, além disso não afetou parâmetros hematológicos, fisiológicos e energéticos dos mesmos.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; e ao Rafael Guerra, proprietário da Fazenda Sucupira pela parceria, disponibilizando infraestrutura, peixes, ração para o experimento

e auxílio em todos os manejos realizados com os peixes na sua propriedade. Ao professor Carlos Eurico, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, e a sua equipe de laboratório pelo auxílio nas análises histológicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M.; Nicieza, A.; Wootton, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4:147–190 2003.
- Al-Salahy, M. B. Some physiological studies on the effect of onion and garlic juices on the fish, *Clarias lazera*. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 27, p. 129–142, 2002.
- Araujo, D. de M.; Pezzato, A. C.; Barros, M. M.; Pezzato, L. E.; Nakagome, F. K. Hematologia de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas óleos vegetais e estimuladas pelo frio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 46, 3. 2011.
- Assis, Y. P. A. S.; De Assis Porto, L.; De Melo, N. F. A. C.; Palheta, G. D. A., Luz, R. K., Favero, G. C. Feed restriction as a feeding management strategy in *Colossoma macropomum* juveniles under recirculating aquaculture system (RAS). *Aquaculture*, 735689. 2020.
- Baldisserotto, B.; Gomes, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2.ed. Santa Maria, Ed UFSM, 2010, 608p.
- Barcellos, L. J. G.; Kreutz, L. C.; Souza, C.; Rodrigues, L. B.; Fioreze, I.; Quevedo, R.; Cericato, L.; Soso, A. B.; Fagundes, M.; Conrad, J.; Lacerda, L; A.; Terra, S. Hematological changes in jundia (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture*, v. 237, p. 229-236, 2004.
- Bido, A. F. Efeitos da restrição alimentar nos sistemas metabólico, imunológico e antioxidante em juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. 2020. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2020.
- Blasco, J.; Fernandez, J.; Gutierrez, J. The effects of starvation and refeeding on plasma amino acid levels in carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of fish biology*, 38(4), 587- 598. 1991.
- Bolivar, R.B.; Jimenez, E.B.J.; Brown, C.L. Alternate day feeding strategy for Nile tilapia grow out in the Philippines: Marginal cost-revenue analysis. *North American Journal of Aquaculture*, 68: 192-197. 2006.

Borges, A.; Scotti, L.V.; Siqueira, D.R.; Jurinitz, D. F.; Wassermann, G.F. Hematologic and serum biochemical values for jundiá (*Rhamdia quelen*). Fish Physiology Biochemistry. v.30, p.21-25, 2004.

Campos, J. L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos, in: Baldisserotto, B. & Gomes, L.C. (Eds.), Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, pp. 335-361.2010.

Caruso, G., Denaro, M. G., Caruso, R., Genovese, L., Mancari, F.; Maricchiolo, G. Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus, Linnaeus 1758*): Response of some haematological, biochemical and non specific immune parameters. Marine Environmental Research, 81, 18–25. 2012.

Collier, H. B. Standardization of Blood Haemoglobin Determinations. Journal List, v. 50, 1944.

Cotrim, T. S. Desempenho zootécnico e caracterização do crescimento muscular do pintado amazônico (fêmea *Pseudoplatystoma reticulatum* x macho *Leiarius marmoratus*), após restrição alimentar. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop- MT, 2015. 75 f

Favero, G. C., Boaventura, T. P., Ferreira, A. L., Silva, A. C. F., Porto, L. A.; Luz, R. K. Fasting/re-feeding and water temperature promote the mobilization of body reserves in juvenile freshwater carnivorous catfish *Lophiosilurus alexandri*. Aquaculture, 734223. 2019.

Gallardo-Collí, A.; Pérez-Fuentes, M.; Pérez-Rostro, C. I.; Hernández-Vergara, M. P. Compensatory growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, L. subjected to cyclic periods of feed restriction and feeding in a biofloc system. Aquaculture Research. DOI: 10.1111/are.14530, jan/2020.

Gaylord, T. G.; Gatlin, D. M. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. Journal of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, v. 31, p. 326-336, 2000.

Goldenfarb, P. B.; Bowyer, F. P.; Hall, E.; Brosious, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. American Journal of Clinical Pathology. 1971, v. 56, n.1, p. 35-39.

- Gomides, V. P. F. Densidade de estocagem do híbrido pintado amazônico (*Pseudoplatystoma tigrinum* fêmea x *Leiarius marmoratus* macho) em viveiros escavados. Dissertação (Mestrado), Goiânia UFG, 2011.
- Hayward R. S.; Wang N.; Noltie, D. B. Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture*.183: 299-305. 2000.
- Higuchi, O.; Hamuro, J.; Motomura, M.; Yamanashi, Y. Autoantibodies to low-density lipoprotein receptor-related protein in myasthenia gravis. *Annals of Neurology*, 69(2), 418– 422. 2011.
- Hung, S. S.; Liu, W.; LI, H.; Storebakken, T.; Cui, Y. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 151, 357-363. 1997.
- Kim, M. K.; Lovell, R. T. Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture*, v.135, p.285-293, 1995.
- Kubitza, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III (Final). *Revista Panorama da Aquicultura*, v.8, n.47, p. 35-43, maio/junho, 1998.
- Labarrère, C. R. Perfil sanguíneo de híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. coruscans*) criados em diferentes densidades de estocagem. 2011. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- Le Cren, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20:201-19. 1951.
- Leamaster, B.R.; Brock, J.Q.; Fujioka, R.S. Hematologic and blood chemistry values for *Sarotherodon melanotheron* and a red hybrid tilapia in freshwater and seawater. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 97, p. 525- 529, 1990.
- Marques, A. S. Crescimento compensatório de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. 35 f
- Miglav, I.; Jobling, M. Effects of feeding regime on feed consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, with particular respect to compensatory growth. *Journal Fish Biology*, 34, 947–957, 1989.

- Morshedi, V.; Ashouri, G.; Khochanian, P.; Yavari, V.; Bahmani, M.; Pourdehghani, M.; Yazdani, M. A.; Fashtami, H. R. P.; Azodi, M. Effects of short-term starvation on hematological parameters in cultured juvenile Beluga. *International Journal of Veterinary Research*, 66(4), 1313 363–368. 2011.
- Nascimento, G. B.; Amaral, L. V; Nathalie, N. C. Hematological parameters 1329 of Matrinxã *Brycon amazonicus* (Characidae: Bryconinae) created in captivity in the Amazon 1330 region. *Brazilian Journal of Development*. 2020.
- Nikki, J.; Pirhonen, J.; Jobling, M.; Karjalainen, J. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, 235, 285–296, 2004.
- Oliveira, C. M.; Piñeyro, J. I. G.; Sousa, R. G. C. Análise zootécnica do *Pseudoplatystoma* spp. (Pintachara) submetido a teores de proteínas distintos. *Biota Amazônia*, ISSN 2179-5746. Macapá, v. 8, n. 4, p. 17-20, 2018.
- Oliveira, G. R. Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG. p.134, 2015.
- Oliveira; C. A. L.; Yoshida, R. M.; Oliveira, S. N.; Kunita, N. K.; Santos, A. I.; Alexandre Filho, L.; Ribeiro, R.P. Avaliação genética de tilápias-do-nilo durante cinco anos de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.50, n.10, p.871-877, out. 2015.
- Palma, H.E.; Takahash, L. S.; Seki Dias, L. T.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. *Ciência Rural* [online]. 2010, v.40, n.2, p. 391-396.
- Pereira, M. C. Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticu* e lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas. 2020. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2020.
- Peres, H.; Santos, S.; Oliva-Teles, A. Selected plasma biochemistry parameters in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 630–636. 2013.
- Pérez-Fuentes, J. A.; Hernández-Vergara, M. P.; Pérez-Rostro, C. I.; Fogel, I. C: N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis*

niloticus raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture*, 425, 247–251. 2016.

Ranzam, M. J.; Pádua, S. B.; Tavares-Dias, M. Métodos para análise hematológica em peixes, Maringá: Eduem, 2013.

Ribeiro, F. F.; Tsuzuki, M. Y.; Cerqueira, V. R. Crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus* (poey), após períodos de restrição alimentar. 2006. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

Rodrigues, R. A.; Saturnino, K. C.; Fernandes, C. E. Liver histology and histomorphometry in hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*) reared on intensive fish farming. *Aquaculture Research*, v. 48(9), p. 5083–5093, 2017.

Saita, M. V. Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 2011. 49 f.

Saran Neto, A.; Mariano, W. S.; Sória, S. F. P. (Orgs.) Tópicos especiais em saúde e criação animal. São Carlos: Pedro e João editores, 2009.

Signor, F. R. P.; Signor, A. A.; Signor, A.; Feiden, A.; Boscolo, W. R. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de jundiás (*Rhamdia voulezi*) alimentados com rações orgânica e comercial. *Revista Agrarian*, v.10, n.38, p. 254-260, Dourados, 2017.

Silva, W.S.; Hisano, H.; Mattioli, C.C.; Torres, I.F.A.; Paes-Leme, F.O.; Luz, R.K. Effects of cyclical short-term fasting and refeeding on juvenile *Lophiosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquaculture* 505, 12-17. 2019.

Skalski, G.T.; Matthew E. P.; James, F. G.; Borski, R. J. Variable intake, compensatory growth, and increased growth efficiency in fish: models and mechanisms. *Ecology*, 86:1452–1462, 2005.

Tavares-Dias, M.; Ishikawa, M. M.; Martins, M. L.; Satake, F.; Hisano, H.; Pádua, S. B. de.; Jerônimo, G. T.; Sá, A. R. S. de. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: Saran Neto; Mariano, W.S.; Pozzobon-Soria. Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal. São Carlos: Pedro & João Editores, 2009, cap. 3, 43-80 p.

Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. Hematologia de peixes teleósteos. 1aed. Ribeirão Preto: M. 131 p, 2004.

- Tavares-Dias, M.; Schalch, S. H. C.; Moraes, F. R. Hematological characteristics of Brazilian Teleosts. VII Parameters of seven species collected in Guariba, São Paulo State, Brazil, Boletim do Instituto de Pesca, v. 29, p. 109-115, 2003.
- Thrall, M. A; Baker, D. C; Campbell, T. W. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. São Paulo: Rocca, 2006. 582p.
- Tian, X.; Qin, J. G. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi *lates calcarifer*. Aquaculture, Amsterdam, v. 224, p. 169-179, 2003.
- Torfi Mozanzadeh, M.; Marammazi, J. G.; Yaghoubi, M.; Yavari, V.; Agh, N.; Gisbert, E. Somatic and physiological responses to cyclic fasting and re-feeding periods in sobaity sea bream (*Sparidentex hasta*, Valenciennes 1830). Aquaculture Nutrition, 23(1), 181–191. 2017.
- Vanderboon, J.; Vandentrillart, G. E. E. J. M.; Addink, A. D. E. The effect of cortisol administration on intermediary metabolism in teleost fish. Comparative Biochemistry and Physiology, Vancouver, v.1, p. 47-53. 1991.
- Vazzoler, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Nupelia, Maringá. 1996.
- Wang, Y.; CUI, Y.; Yang, Y.; Cai, F. Compensatory growth in hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), Reared in seawater. Aquaculture, 189(1):101–108, 2000.
- Wintrobe, M. M. Relation of variations in -mean corpuscular volume to nuamber of reticulocytes. Pernicious Anemlia, 1934.

Artigo científico redigido conforme normas do Boletim do Instituto de Pesca, excetuando-se o idioma.

CAPÍTULO 3 – VIABILIDADE ECONÔMICA DE JUNDIARAS SUBMETIDOS A RESTRIÇÃO ALIMENTAR E REALIMENTAÇÃO

Chapter 3- ECONOMIC VIABILITY OF JUNDIARAS SUBJECTED TO FOOD RESTRICTION AND FEED

Rubia Mara Gomes Acunha ^a

^a Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, UEMS, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Rodovia Aquidauana- UEMS, km 12 Zona Rural, 79.200-000 Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil
rubia.zootec18@gmail.com

Resumo

Com a finalidade de cooperar para o desenvolvimento da piscicultura, foi avaliada a viabilidade econômica da estratégia de restrição alimentar em jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em tanques-rede. Durante 60 dias, os jundiarias foram submetidos a dois tratamentos, sendo o primeiro a aplicação da privação alimentar por 15 dias seguidos de realimentação por mais 15 dias (CR) e o segundo sem uso da restrição alimentar (SR) - tratamento controle. Foram utilizados um total de 165 jundiarias por tratamento (569±12 g e 40±3,30 cm), estocados em 6 tanques-rede de volume útil de 4 m³ na densidade de 13 peixes m⁻³. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições cada. Ao final do período de cultivo foram obtidos os indicadores zootécnicos de ganho em biomassa, ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de mortalidade e consumo de ração para ambos tratamentos. Foram feitas simulações utilizando os dados zootécnicos experimentais, mas com a taxa de mortalidade reajustada para 1,5% e com densidade de estocagem em uma simulação para 60 peixes m⁻³. No planejamento econômico foram empregadas a metodologia de Custo Operacional Total e o Custo Total (CT). Os resultados de rentabilidade foram compostos pelos indicadores: Receita Total (RT); Margem Bruta (MB); Margem Líquida (ML); Lucro Líquido (LL); Índice de Lucratividade (IL) e Taxa de Remuneração do Capital Empatado. O item que mais onerou dentro do custo de implantação do projeto foi a aquisição de tanques-rede, representando 63,21%

do custo total. O desempenho zootécnico foi semelhante para os peixes de ambos tratamentos, mas o consumo de ração apresentou diferença estatística, visto que no tratamento CR foi 31% menor, evidenciando vantagem econômica pela redução de custos advinda da restrição alimentar. Ambos tratamentos apresentaram viabilidade no curto prazo ($MB > 0$), viabilidade no longo prazo ($ML > 0$) e são economicamente atrativos ($L > 0$), quando comparados ao custo de oportunidade de 6% ao ano. O lucro no tratamento CR foi maior nas simulações. A produção de jundiaras em tanques-rede, com a adoção da estratégia de restrição alimentar seguida de realimentação, é economicamente viável e atrativa quando se altera a densidade de estocagem para 60 peixes m^{-3} .

Palavras-chave: Manejo alimentar, Peixes, Retorno econômico.

Abstract

In order to cooperate for the development of fish farming, the economic viability of the food restriction strategy in joints in network tanks at Fazenda Sucupira, Nioaque, Mato Grosso do Sul, was evaluated. Jundiaras (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) with an average length of 40 cm and average weight 562 ± 18 g for cr treatment and 576 ± 6 g and 40 cm for SR treatment, at the density of 13 fish m^{-3} were used. The crop was divided into two treatments, with three tanks each, the first treatment was represented by fish that received food restriction (WITH CR restriction) of 15 days and refeeding with 15 consecutive days and the second were animals fed daily throughout the growing period (No restriction - SR). At the end of the cultivation period, zootechnical indicators of stocking density, biomass gain, weight gain, apparent feed conversion, survival rate and feed intake used for both treatments were obtained. A simulation was made using experimental zootechnical data, and adjustments were made in the mortality rate to 1.5%, and in the stocking density for 60 fish m^{-3} of the tanks. In economic planning, the Total Operating Cost methodology, consisting of the Effective Operating Cost (COE), Total Operating Cost (TOC) and the Total Cost (TC) were used. Profitability results were composed of the indicators: Total Revenue (RT); Gross Margin (MB); Net margin (ML); Net Income (LL); Profitability Index (IL); Profitability and Tied Capital Compensation Rate. The item that most costed within the cost of implementation of the project was the acquisition of network tanks, representing 63.21% of the total cost. The zootechnical performance was similar for the fish of both treatments, the feed intake showed statistical difference and in the CR treatment was 31% lower, evidencing that there may be an economic advantage by reducing costs by adopting food restriction. Both treatments presented short-term viability ($MB > 0$), long-term viability ($ML > 0$) and are economically attractive ($L > 0$) when compared to the opportunity cost of 6% per year. Comparing the economic performance, a 51% higher profit was observed for the CR system in relation to the SR and the rate of return on invested capital 53% higher. The production of jundiaras in net

tanks, with the adoption of the food restriction strategy followed by refeeding, is economically viable and attractive when using a stocking density of 60 fish m⁻³.

Keywords: Economic return, Fish, Food management.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2018, a produção aquícola atingiu valor de produção de R\$4,9 bilhões, desses 67,5% foram provenientes da criação de peixes (IBGE, 2020). Contudo, sua implantação deve ser planejada e precedida de pesquisas e estudos que sugiram os melhores sistemas de produção, as melhores espécies e tecnologias a serem utilizadas em cada ocasião, senão, ao invés de resultar em lucros, a atividade poderá gerar prejuízos aos produtores (Sousa; Brito Neto; Leite, 2016).

Para que isso não aconteça, faz-se necessário planejamento econômico e zootécnico, que serve como ferramenta, permitindo testar a abertura ou ampliação de um empreendimento, minimizando a possibilidade de erros (Corso; Ruppenthal; Kalkmann, 2018) e demonstrando se determinadas mudanças podem ser ou não rentáveis (Sousa; Brito Neto; Leite, 2016).

No que se refere à produção rural, a atividade de piscicultura se apresenta como uma excelente opção para o estado de Mato Grosso do Sul, pois dispõe de bacias hidrográficas em abundância, topografia plana, água e solo de excelente qualidade, legislação ambiental definida e autossuficiente. Quanto ao sistema de criação, possui produção de insumos e assistência técnica qualificada para suporte à atividade, de modo que tais características levam o estado a ser um dos maiores produtores de pescado de água doce do Brasil (Sales e Cavalcanti-Filho, 2009).

Em 2016, a produção de surubins híbridos e não-híbridos, ocupou o 5º lugar no Brasil, com um total de 20,437 mil toneladas despescadas, 4,3% da produção nacional de todas as espécies produzidas (IBGE, 2016).

A hibridação de bagres sul americanos é o exemplo mais atual do cruzamento entre a fêmea do cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e o macho do jundiá amazônico (*Leiarius marmoratus*). Este peixe, é conhecido como pintado amazônico ou jundiara, e é intensivamente produzido no Centro-Oeste do Brasil, em função de seu bom desempenho em cativeiro, facilidade de

aceitar dietas artificiais e menores perdas por canibalismo nas fases iniciais (Hashimoto *et al.*, 2012; Campos, 2013; Oliveira *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2014).

Apesar da importância, o conhecimento sobre a nutrição deste peixe é limitado, as dietas comerciais usadas na sua criação baseiam-se em informações de espécies tradicionais como a tilápia ou a carpa (Marques *et al.*, 2018). O manejo alimentar é um dos fatores que mais deve ser levado em conta na criação de peixes, pois a aquisição da ração pode representar em média 70% dos gastos da produção (Oliveira, 2015).

Uma das estratégias para melhorar o manejo alimentar e contribuir com redução nos gastos com ração é a técnica de restrição alimentar em determinado tempo do cultivo, esperando-se compensação do crescimento do animal durante a realimentação do mesmo (Saita, 2011).

Com a finalidade de cooperar para o desenvolvimento da piscicultura, foi avaliada a viabilidade econômica da estratégia de restrição alimentar em jundiarias em tanques-rede em uma propriedade da região de Nioaque, Estado de Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A coleta de dados foi conduzida em uma piscicultura comercial de área total de 1,08 ha de lâmina d'água, localizada no município de Nioaque, Mato Grosso do Sul (20° 57'07"S 55°48'44"W).



Figura I. Fazenda Sucupira, local do estudo. Fonte: Arquivo pessoal.

O sistema de criação é caracterizado pela recria e engorda, de forma semi-intensiva, tendo como foco a comercialização de peixes nativos para o consumo. As espécies produzidas na propriedade são: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o híbrido do jundiá da Amazônia com o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum x Leiarius marmoratus*).

Para o presente estudo, foram coletados e analisados os dados de produção de uma represa de área de 0,5 ha de lâmina de água, onde foram instalados seis tanques-rede, com dimensões de 2x2x1,5, totalizando 6 m³ cada um, com volume útil de 4 m³ cada. A estrutura é reforçada com tela sanfonada retrátil, malha 25 mm, fio 16 em aço galvanizado revestido de PVC de alta aderência e tampa de tela. A espécie escolhida neste estudo foi o jundiara.

2.2 Manejo e índices produtivos

O experimento e a coleta de dados foram realizados no período de outubro de 2019 a dezembro de 2019.

O cultivo nos tanques-rede foi dividido em dois tratamentos, com três repetições (tanques-rede) cada tratamento. No primeiro tratamento os peixes foram submetidos a uma restrição alimentar (Com Restrição - CR) de 15 dias e realimentação de 15 dias consecutivos. No segundo tratamento os peixes foram

alimentados diariamente durante todo o período de cultivo (Sem Restrição - SR). Os tratamentos determinados para as repetições foram distribuídos inteiramente ao acaso.

Foram utilizados um total de 165 jundiarias por tratamento, com peso médio de $569 \pm 12\text{g}$ e comprimento médio de 40 cm, estocados em 6 tanques-rede de volume útil de 4 m^3 , na densidade de 13 peixes m^{-3} . Foram realizados dois ciclos (60 dias) ao longo do período experimental. Houve ainda um período prévio de adaptação dos animais de 30 dias.

Os peixes foram alimentados diariamente às 8 e 16 horas, com ração comercial extrusada, com pélete de 4 a 6 cm, contendo 32% de proteína bruta em todo o tempo de cultivo. O mesmo protocolo foi seguido para os animais que passaram por restrição alimentar quando eram realimentados.

Aos 30 dias e ao fim do experimento foram coletados dados para desempenho produtivo de ambos tratamentos e foi realizado o reajuste de quantidade de ração ofertada para cada tanque, baseando na biomassa do mesmo, em uma taxa de 3% do peso médio dos animais.

Ao final do período de cultivo foram obtidos os indicadores zootécnicos de densidade de estocagem (DE), ganho em biomassa (GB), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CA), taxa de mortalidade e consumo de ração utilizada (C) para ambos tratamentos.

As médias do desempenho zootécnico dos tratamentos foram comparadas ao teste de Tukey ao nível de 5% significância. Foi usado o software 'R' versão 3.4.3. E para análise econômica foi utilizado análise descritiva.

2.3 Custo de produção e análise econômica

Para análise da viabilidade econômica foram coletados dados diretamente na propriedade durante o período de cultivo dos jundiarias, possibilitando a obtenção dos valores dos itens que foram utilizados para a criação, como benfeitorias, máquinas e equipamentos com seus respectivos valores de mercado correspondentes ao ano de 2019.

Foi feita uma simulação utilizando os dados zootécnicos experimentais, mas com ajustes na taxa de mortalidade para 1,5%, e na densidade de estocagem de 60 peixes m^{-3} , baseado na literatura de Scorvo Filho et al. (2018).

Posteriormente, esses dados foram tabulados em planilha Excel e verificado o custo de produção e a possível lucratividade deste cultivo comercial.

Para análise de viabilidade econômica foi utilizada a metodologia de Custo Operacional proposta por pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (Matsunaga *et al.*, 1979). Assim, o Custo Operacional Efetivo (COE) foi composto pelas despesas diretas (desembolsos), o Custo Operacional Total adiciona ao COE o valor da mão de obra familiar e depreciações e o Custo Total (CT) contabiliza ainda o custo de oportunidade do capital fixo.

Foi considerada a mão de obra permanente empregada, composta por um funcionário que participa de todas as atividades piscícolas, sendo considerado para o mesmo, um salário de R\$ 900,00 ao mês, mais os encargos trabalhistas (42%). Para fins de cálculo, considerou-se meia hora gasta do salário para a atividade de criação dos jundiarias em tanques-redes e o valor foi rateado entre os dois tratamentos, sendo que o mesmo recebeu então um valor apropriado de R\$ 416,70 ao mês, para o CR foi apropriado 33,33% e o SR 66,66% das despesas com mão de obra.

Foram contabilizadas as despesas de ração, combustível, aquisição dos juvenis e demais insumos. Foram adicionados ainda, 2,0% do total do COE para despesas eventuais e 5% do total investido para manutenção das máquinas e equipamentos (MARTIN *et al.*, 1995);

A depreciação das benfeitorias, máquinas e equipamentos foi determinada pelo método linear com valor residual igual a zero, exceto para o valor do automóvel que foi considerado 10% do valor inicial.

O custo de oportunidade do capital fixo foi calculado pela aplicação de uma taxa de juros sobre o valor médio empatado. A taxa utilizada foi de 6% ao ano e convertida, proporcionalmente, para o período do experimento.

Para definir os resultados de rentabilidade do trabalho foram utilizados os seguintes indicadores:

- Receita total (RT): obtida pela multiplicação da quantidade comercializada pelo preço de venda dos animais;
- Margem Bruta (MB): diferença entre RB e COE;
- Margem Líquida (ML): diferença entre RB e COT;
- Lucro (L): diferença entre RB e CTP;

- Índice de Lucratividade (IL): relação entre o LL e RB, expressa em percentual o valor disponível após o pagamento do custo total de produção e

- Taxa de remuneração do capital empatado: ML/capital investido.

Para a análise da viabilidade econômica foi utilizada a estatística descritiva.

3. RESULTADOS

Custo de implantação do projeto para produção de jundiarias

O custo de implantação do projeto para a produção de jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em 6 tanques-rede foi estimado em R\$ 13.982,74. O item que mais onerou dentro deste custo foi o da aquisição de tanques-rede, representando 63,21% do custo total, seguido do item automóvel, utilizado pelo funcionário para deslocamento até a piscicultura, com 16,55%, demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1- Investimentos em benfeitorias, máquinas, equipamentos e materiais usados na operação de seis tanques-rede de 4 m³.

Descrição	Especificações	Valor (R\$)	Vida útil (meses)
<i>Benfeitorias</i>			
Sala para insumos (10 m ²)	Alvenaria/telha barro	1.944,18	240
Outros*	5%	97,21	
<i>Máquinas e equipamentos</i>			
Veículo	Moto-Honda CG 150	2.314,50	120
Tanque-rede	2,0 x 2,0 x1,5	8.838,00	62
Diversos*		788,85	4
Valor total		13.982,74	

Valores em R\$ para o mês de dezembro de 2019 (US\$ 1 = R\$ 4,40). *Outros: foi acrescido 5% do valor das benfeitorias e máquinas e equipamentos para eventuais despesas de investimentos não contabilizados; *Diversos: valores da balança de pêndulo, luvas para manejo, puçá.

Desempenho zootécnico de jundiarias

O desempenho zootécnico dos tratamentos com restrição alimentar seguido de realimentação (CR) e sem restrição (SR) estão apresentados na Tabela 2. O tratamento CR diferenciou do SR no parâmetro de consumo de ração, apresentando menor quantidade consumida de alimento, evidenciando uma possibilidade de vantagem econômica pela redução de custos com ração. Os demais valores de desempenho não apresentaram diferença entre os tratamentos avaliados.

Houve escape aos 45 dias do experimento dos tanques-rede, em função de ruptura das telas e a mortalidade foi de 50%, semelhante entre os dois tratamentos durante o experimento, reduzindo a quantidade de peixes e biomassa final, conseqüentemente o ganho em biomassa resultou em valores negativos na produção.

Tabela 2- Indicadores zootécnicos da produção de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* submetidos a restrição alimentar e realimentação em tanques-rede na condição experimental e simulações

Parâmetros	Unidade	Condição experimental		Simulação de 60 peixes/m ³	
		CR	SR	CR	SR
Quant. inicial de peixes	nº	165	165	720	720
Peso médio inicial	kg	0,562	0,576	0,562	0,576
Densidade	Peixe·m ³	13	13	60	60
Biomassa inicial dos tanques	kg	92,73	95,04	404,64	414,62
Taxa de mortalidade	%	48	52	1,5	1,5
Quant. final de peixes	nº	86	79	709	709
Peso médio final	kg	0,842	0,773	0,842	0,773
Biomassa final dos tanques	kg	72,24	61,22	531,90	544,67
Ganho de peso médio	kg	0,28	0,19	0,28	0,19
Ganho em biomassa	kg	-21	-34	192	133
Consumo de ração	kg	158,55 ^a	230,31 ^b	681,95	1004,99
Conversão alimentar aparente	-	1,15	0,97	1,15	0,97

Comparando os resultados experimentais e das simulações, pode-se observar que a quantidade inicial de peixes foi maior nas duas simulações (720 peixes/tratamento na densidade de 60 peixes m⁻³).

Custo de produção de jundiarias no cenário real e sistema comercial

A avaliação econômica na condição experimental demonstra que restringir a alimentação dos jundiarias por 15 dias e realimentar em 15 dias apresenta inviabilidade econômica, em ambos tratamentos a receita não cobre o COE (Tabela 3).

Nas simulações, os valores com maiores representatividades são de mão de obra e ração para ambos tratamentos e o produtor conseguiria redução de até 50% de mão de obra e 31,15% de economia com ração no tratamento de restrição alimentar. Além disto, ambos os tratamentos apresentaram viabilidade no curto prazo (MB>0), viabilidade no longo prazo (ML>0) e são economicamente atrativos (L>0) quando comparados ao custo de oportunidade de 6% ao ano.

O lucro no tratamento CR foi maior nas simulações, uma vez que simulando a produção com 60 peixes m⁻³ apresentou uma superioridade de 309,15% comparado ao SR. Com esta densidade seria possível obter R\$ 1.016,95 de lucro, sugerindo que o produtor esteja sempre atento a utilizar da melhor forma possível sua área alagada, já que assim pode resultar em melhores resultados econômicos.

Tabela 3- Avaliação econômica da criação de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus* submetidos a restrição alimentar e realimentação e sem restrição na condição experimental e nas simulações de 60 peixes m⁻³

	Condição Experimental		Simulação de 60 peixes m ⁻³	
	CR (R\$)	SR (R\$)	CR (R\$)	SR (R\$)
Mão de obra	308,64	617,28	1.234,57	2.469,14
Combustível	182,88	186,81	206,50	269,50
Juvenil	99,00	99,00	432,00	432,00
Medicamentos	89,10	89,10	388,80	388,80

Ração (32% PB)	142,70	207,78	622,67	904,49
Despesas eventuais	2,79	2,79	45,71	45,71
Manutenção	58,26	58,26	58,26	58,26
Total do COE	883,36	1.260,52	2.988,51	4.567,89
Depreciação	178,11	178,11	178,11	178,11
Total do COT	1.061,47	1.438,63	3.166,61	4.746,00
Custo de oportunidade	8,39	8,39	8,39	8,39
Total CT	1.069,86	1.447,02	3.175,00	4.754,39
Produção em 2 meses (kg)	72,24	61,22	597	548
Preço de venda (R\$/kg)	10,50	10,50	10,50	10,50
Receita Total (R\$/ciclo)	758,56	642,83	6.268,47	5.755,03
Margem bruta (R\$)	-124,99	-617,36	3.279,97	1.187,14
Margem Líquida (R\$)	-303,10	-795,94	3.101,86	1.009,03
Lucro (R\$)	-311,49	-804,36	3.093,47	1.000,64
Índice lucratividade (%)	-41,07	-125,15	49,35	17,39
Retorno capital investido (%)	-2,14	-5,61	21,874	7,115

Valores em R\$ para o mês de dezembro de 2019 (US\$ 1 = R\$ 4,40).

4. DISCUSSÃO

Os resultados do custo de implantação da instalação dos tanques-rede para a criação de jundiarias (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Learius marmoratus*) estão dentro das proporções esperados para sua instalação. No estudo de Sabaini et al. (2015), o custo de implantação do projeto para a produção de pintado da Amazônia em tanques-rede (*Pseudoplatystoma* spp.) foi de aproximadamente 182 mil reais, e desse valor, os itens mais representativos no investimento foram os de instalação do sistema de criação (tanques-rede, flutuadores, poita e corda) com 67,7%, valor este semelhante ao do presente estudo. Essa mesma tendência de participação dos tanques-rede no investimento também foi verificada por outros autores (Campos et al. 2007; Ayroza et al. 2011; Domingues et al., 2014).

No entanto, Sabbag et al. (2007), ao analisarem o custo de implantação de 60 tanques-rede de 18 m³ para a criação de tilápias, registraram participação menor, com 41,7% do valor total, o que pode ter sido influenciado pela aquisição

de outros equipamentos de elevado custo, validando que a tecnificação na piscicultura pode demasiar a produção, gerando custos de investimento maiores.

Os itens ração e mão de obra foram os de maiores valores nas despesas operacionais. Kubitza (1999) relata que os gastos com alimentação em uma piscicultura podem variar entre 40 e 70% do custo total de produção e valores semelhantes foram encontrados por outros autores (Scorvo Filho et al. 1998; Ayroza et al., 2011), ao utilizarem tanques-rede. Kubitza et al. (1998), em um estudo na época inédito em território nacional afirmam que os investimentos em ração e alevinos podem representar 86% do CTP na produção de surubins, e a mesma tendência de representatividade destes insumos são também comprovadas por Sabaini (2015).

Com a restrição alimentar foi possível reduzir as despesas com mão de obra e ração, Bolivar et al. (2006), encontraram economia de aproximadamente metade dos custos diretos com ração de tilápia do Nilo. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Cotrim (2015), com restrição parcial do alimento e menor gasto com ração e mesmo ganho de peso de jundiarias.

O item com maior representatividade deste estudo foi o de mão de obra. A mesma tendência foi observada por Olasunkanmi e Yusuf (2014), que enfatizam a eficiência do uso deste recurso, principalmente na criação em pequena escala, pois verificaram que o segundo item mais oneroso do custo variável foi a mão de obra, com 31,96% de participação. Neste mesmo sentido, Barros et al. (2010) ressaltam que quanto maior é a piscicultura, melhor é o emprego da mão de obra, possibilitando melhor uso desta, visto que em piscicultura de pequeno porte existe a necessidade de se diversificar as atividades.

A restrição alimentar pode facilitar a gestão de pessoal e de suprimentos no momento em que gera uso menos intensivo de mão de obra e de equipamentos/materiais no sistema de produção, fator este considerado benéfico ao produtor, acarretando em redução de custos na produção, pois a mão de obra é um item de elevado valor e interferir diretamente na viabilidade econômica (Oliveira, 2015), como foi visto no presente estudo.

A densidade de estocagem é capaz de alterar significativamente os custos de produção. Menezes (2016) e Gomides (2011), analisando a viabilidade econômica de jundiarias, notaram que quanto maior a densidade utilizada nos

viveiros menor será o custo de produção na piscicultura, devido a este parâmetro quanto usado corretamente aumentar a produção de biomassa, o que vai de encontro com as simulações feitas nesse trabalho, onde ambas mudanças de densidade de estocagem poderiam aumentar a produtividade e tornar a atividade economicamente viável. Os peixes do tratamento com restrição alimentar obtiveram desempenho semelhante dos animais não submetidos a restrição, o que pode ser uma resposta positiva quanto à utilização da restrição alimentar neste sistema de criação, além da vantagem de redução de custos com alimentação e mão de obra.

Segundo Ali et al. (2003), a compensação completa ocorre quando animais submetidos à privação alimentar atingem o mesmo porte que animais da mesma idade, alimentados continuamente, correspondendo aos resultados encontrados neste trabalho, porém a sobrevivência na condição experimental foi de 50%, considerado baixo, pois um índice ideal estaria próximo dos 93% (Souza et al., 2014).

A estratégia de 15 dias de restrição trouxe resultados favoráveis para produção de jundiarias, mostrando que pode diferir para cada espécie estudada, já que Marques (2018), utilizando o mesmo tempo de restrição em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não observou crescimento compensatório após a realimentação. A privação alimentar total em 15 dias não afeta negativamente o desempenho e é capaz de melhorar os índices zootécnicos, apresentando crescimento compensatório completo no peixe estudado.

5. CONCLUSÃO

A produção de jundiara em sistema de tanques-rede, com a adoção da estratégia de restrição alimentar seguida de realimentação, é economicamente viável e atrativa quando se utiliza densidade de estocagem de 60 peixes m⁻³ para que se obtenha melhor desempenho econômico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali, M.; Nicieza, A.; Wootton, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and fisheries**, v. 4., n. 2., p. 147-190, 2003.

Ayroza, L. M. S.; Romagosa, E.; Ayroza, D. M. M. R.; Scorvo Filho, J. D.; Salles, F. A. 2011. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-

Nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 231-239.

Barros, C. A.; Godoi, D. S.; Botini, A. F.; Jacyntho, A. L.; Maceno, J. F. S. 2017. Desenvolvimento de juvenis do híbrido tambatinga em tanques-rede com diferentes níveis de proteína na ração. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n. 26.

Bolivar, R. B.; Jimenez, E. B. J.; Brown, C. L. 2006. Alternate day feeding strategy for Nile tilapia grow out in the Philippines: Marginal cost-revenue analysis. **North American Journal of Aquaculture**, 68: 192-197.

Brabo, M. F. Natividade Júnior, L. S.; Dias, C. L.; Barbosa, J.; Campelo, D. A. V.; Veras, G. C. 2013. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina 2a. Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu– São Paulo, Brasil. Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 56-64.

Campos, M. G. 2013. Atividade antimelanótica de compostos fenólicos e extratos hidroalcoólicos de *Inga subnuda* e *Rollinia dolabripetala* e ação antibacteriana e antioxidante. São Paulo, Brasil. Viçosa. 94f. **Dissertação** (Mestrado em Bioquímica Agrícola. Universidade Federal de Viçosa). Disponível em: <Locus Repositório Institucional da UFV: Atividade antimelanótica de compostos fenólicos e extratos hidroalcoólicos de *Inga subnuda* e *Rollinia dolabripetala* e ação antibacteriana e antioxidante>. Acesso em: 05 de dezembro de 2020.

Campos, C. M.; Ganeco, L. N.; Castellani, D.; Martins, M. I. E. 2007. Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 265 – 271.

Corso, C. L.; Ruppenthal, I. L.; Kalkmann, M. L. 2018. Análise econômica em uma pequena propriedade rural para tomada de decisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 3, (Edição Especial), p. 801-813.

Cotrim, T. S. 2015. Desempenho zootécnico e caracterização do crescimento muscular do pintado amazônico (fêmea *Pseudoplatystoma reticulatum* x macho *Leiarius marmoratus*), após restrição alimentar. Mato Grosso, Brasil. Sinop. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais). Disponível em: <(Microsoft Word - Cotrim et al.,2015. DESEMPENHO ZOOT\311CNICO E

CARACTERIZA\307\303O DO CRESCIMENTO MUSCULAR DO PINTADO AMAZ\324NICO _f352mea) (researchgate.net)>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020.

Domingues, A., Peixoto, M. J., Batista, S., Gonçalves, J.F.M., Cunha, S., Gomes, A., Barros, R., Valente, L.M.P., Costas, B., Ozório, R.O.A. 2014. Effect of dietary probiotic supplementation on growth and innate immune system in sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) subjected to pathogenic bacteria infection and handling stress. **International Meeting on Marine Research (IMMR)**, Peniche, Portugal.

Gomides, P. F. V. Densidade de estocagem do híbrido pintado amazônico (*Pseudoplatystoma reticulatum* fêmea x *Leiarius marmoratus* macho) em viveiros escavados. 2011. Goiás, Brasil. Goiânia. 47 f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia). Disponível em: <Biblioteca Digital de Teses e Dissertações: Densidade de estocagem do híbrido pintado amazônico (*Pseudoplatystoma tigrinum* fêmea x *Leiarius marmoratus* macho) em viveiros escavados (ufg.br)>. Acesso em 03 de dezembro de 2020.

Hashimoto, D.T.; Senhorini, J.A.; Foresti, F.; Porto-Foresti, F. 2012. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**. v.4, p.108 – 118.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal – Rio de Janeiro, 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal – Rio de Janeiro, 2020.

Kubitza, F.; Campos, J.L.; Brum, J. A. 1998. Produção Intensiva no PROJETO PACU Ltda. E AGROPEIXE Ltda. **Panorama da Aquicultura**, v. 8, p. 41-49.

MARQUES, A. S. Crescimento compensatório de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação. 2018. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. 35 f

Martin, N. B.; Serra, R.; Oliveira, M. D. M.; Ângelo, J. A.; Okawa, H. 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, v. 28, n. 1, p.7-28.

Matsunaga, M.; Bemelmans, P. F.; Toledo, P. E. N.; Duley, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. 1979. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 123-139.

Menezes, A. A. Viabilidade econômica da engorda do jundiara (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*) em sistemas intensivos utilizando viveiros escavados na região de Porto Velho-RO. **Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro de Aquicultura)** - Universidade Federal de Santa Catarina. Porto Velho-RO, 2016.

Oliveira, M. R.; Carvalho, M. M.; Souza, A. L.; Molina, W. F.; Yamamoto, M. E.; Chellappa, S. 2013. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthys affinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 2, p. 23-32.

Oliveira; C. A. L.; Yoshida, R. M.; OliveirA, S. N.; Kunita, N. K.; Santos, A. I.; Alexandre Filho, L.; Ribeiro, R.P. 2015. Avaliação genética de tilápias-do-nilo durante cinco anos de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.10, p.871-877.

Revista Globo Rural. 2015. Como criar pintado-real. São Paulo: Globo, 2015. Mensal.

Sabaini, D. S.; Casagrande, L. P.; Barros, A. F. 2015. Viabilidade econômica da criação do pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma* spp.) em tanques-rede no estado de Rondônia, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 4, n. 41, p.825-835.

Sabbag, O. J.; Rozales, R. R.; Tarsitano, M. A. A.; Silveira, A. N. 2007. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio On line**, Recife, v. 3, n. 2.

Saita, M. V. 2011. Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo. São Paulo, Brasil. Jaboticabal. v, 49 f. **Dissertação** (Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura). Disponível em: < Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo (unesp.br)>. Acesso em 02 de dezembro de 2020.

Sales, L. T.; Cavalcanti-Filho, W. G. 2009. Informes sobre a pesca em Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia e Pesca** 4(2): i-viii.

Sanchez, E. G.; Silva, F. C.; Ramos, A. P. A. 2014. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no nordeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 4, n. 40, p.577-588.

Scorvo Filho, J. D.; Romagosa, E.; Ayrosa, L. M. S.; Frascá-Scorvo, C. M. D. Desempenho produtivo de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 181-188, nov. 2018. ISSN 1678-2305.

Sousa, A. S.; Brito Neto, E.; Leite, M. A. 2016. Piscicultura e o custo de produção de peixe redondo em tanque escavado. **Qualia: a ciência em movimento**, v. 2, n.1, p.01-25.

Souza, R. A. De; Padua, D. M. C.; Oliveira, R. P. De C.; Maia, T. C. B. 2014. Análise econômica da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária. **Custos e Agronegocio on Line**. v. 10, n. 1, p. 253-268.

CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O híbrido jundiara já vem sendo muito observado por produtores e por aqueles que geralmente avaliam qualidade de carne de peixe, haja vista que sua carne é muito saborosa e possui maior rendimento de filé comparado à espécie cachara. Ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas para melhorar o desempenho e assim sendo toda a criação produtiva desta espécie no Brasil. Ainda não é notável no setor produtivo a utilização da restrição alimentar para os jundiarias, nem em períodos mais curtos que o adotado, entretanto, observou-se que o mesmo suporta períodos de até 15 dias de privação alimentar sem comprometer a qualidade do produto final esperado pelo produtor. Portanto, a restrição alimentar pode ser uma alternativa viável em condições a campo para a piscicultura e este trabalho verificou que este manejo alimentar não afetou desempenho e condições fisiológicas dos jundiarias em tanques-rede, entretanto, ainda há necessidade de mais estudos principalmente na fase de terminação e com diferentes protocolos de estratégias nesta espécie.

Outras vertentes já vêm sendo destacadas com o uso da restrição alimentar em determinado tempo de cultivo, dentro deles o fator econômico e a questão ambiental, já que uma organização para ser sustentável deve buscar em todas as suas ações e decisões a ecoeficiência, procurando produzir mais e com melhor qualidade, gerando menos poluição e utilizando menos recursos naturais. A diminuição com custos com ração e otimização de serviço pôde ser comprovada com o presente estudo, e com isso a sustentabilidade pode ser alcançada, uma vez que menos ração é lançada no meio aquático.